昭和35年3月

漁船研究技報

第14号

TECHNICAL REPORT OF FISHING BOAT

No. 14

MARCH 1960

水産庁　生産部

FISHING BOAT LABORATORY
PRODUCUION DIVISION
FISHERIES AGENCY

MINISTRY OF AGRICURTURE AND FORESTRY
KASUMIGASEKI, CHIYODAKU, TOKYO, IAPAN

目　次

木造小型トロール漁船の波浪中の自航試験 ……………………………横山信立・小林　務・今成栄一…（1）

プロペラシャフトの防蝕について—I（ネオプレン被覆プロペラシャフトの実用試験その1）………
………………………………………………………………………… 畑　鏐・草間喜代松・山田敏夫…（21）

漁研型自記式水深水温計の試作研究 ……………………………………………石井謙治・薬室視正…（35）

1艘曳式中層網の曳網中における網成りの測定とI，II型遠隔式中層曳網深度測定装置の設計試作並びにその実用試験結果について ……………………………………………薬室親正・石井謙治…（57）

Contents

Self-propulsion Test in Waves with Enropean Wooden Trawlers ………………………………………………………… Nobutatsu Yokoyama, Tsutomu Kobayashi and Eiichi Imanarī…(1)

Anticorrosion of a Propeller (The Practical Test of Neoprene Coating for a Propeller Shaft Part 1) ………………………… Ryo Hata, Kiyomatsu Kusama and Toshio Yamada…(21)

Study on Thermograph (Trial Products of Gyoken Type Themograph) ……………………………………………………………………Kenji Ishii and Chikamasa Hamuro…(35)

The Measurement of Shapes of One-boat Trawl Nets Operated in Mid-Water Layer and the Catch Results with the Aid of the Depth Telemeter Trially Manufactured ………………………………………………………………Chikamasa Hamuro and Kenji Ishii…(57)

木造小型トロール漁船の波浪中の自航試験

横山信立.　小林 務.　今成栄一

Self-propulsion Test in Waves with European Wooden Trawlers

Nobutatsu Yokoyama, Tsutomu Kobayashi and Eiichi Imanari

ABSTRACT

A wave test is planned by FAO, UN and made by FBL with the same models as in the preceeding tests in calm water. The models are detailed in the Report No. 12 and they are self-propelled in some regular tank waves as in Table I and Fig. 2 in this paper. The results are given as follow :—

1. *shp*—(*cf.* Table Ⅲ, Figs. 3, 4, 5). The *shp* and the rate of increase for 525-model are the lowest, and the results for the other models are indefinite.
2. pitching and heaving—(Table Ⅳ, V, Figs. 6a, 6b, 7a, 7b). Those highest magnitudes at resonance are not definitely obtained but the result shows the lowest motion of 525-model above 5 knts.
3. phase lag of heaving to pitching—(*cf.* Fig. 8). The lag increases with advance speed of model.
4. The natural period of pitching is given in Table 6, but the measuring accuracy should be improved.
5. resonance of pitching—(*cf.* Fig. 11). The pitching magnitude at resonance is not accurately determined on account of the scattering of the points, but that of 525-model seems the lowest.
6. prediction in irregular waves—(*cf.* Fig. 12). The response operator can not cover the significant range of frequency but the obtained range predicts the most favorable seaworthiness of 525-model.

1.　試験計画
　1・1　まえがき
　1・2　実験計画
　1・3　模型船
　1・4　実験装置
2.　試験結果
　2・1　軸馬力
　2・2　縦揺
　2・3　上下揺
　2・4　位相
3.　考　察
　3・1　縦揺固有周期
　3・2　縦揺と同調
　3・3　不規則波中の性能
　3・4　あとがき

1. 試験計画

1・1 まえがき

柱肥瘠係数を 4 種類に変えた模型船について静水中の抵抗及び自航試験を行い、船型性能及び推進性能について検討したものを前号までに報告したのであるが、此等に引続き波浪中の航海性能を水槽試験により比較し low prisma の模型が果して荒天中でも有利なりや否やについて検討したものを此所に報告する。但し波浪中の性能と云つても、現在の処標準試験方法なるものは未だ確立されて居ないので、実験装置は一部分間に合せのものを用い、波長も夫々 3 種類に限定している。従つて実験精度も不満足であり、又不規則波中の性能全般について検討し得る程多くの測定点も得られていないので、今後此等の点を改善して十分な解析を試る予定にしている。以上の如く不十分な試験乍らも、柱肥瘠係数が最小で型幅の大きい模型 $\varphi=0.525$ の馬力損失が最も少く、縦動揺も最小であることは注目すべきである。

1・2 実験計画

前号に報告したものと同一の 2 米模型を用い、柱肥瘠係数 φ が 0.525 から 0.675 にわたつて変る 4 種（但し此等の模型は同時に巾 B も変り L/B は 3.5 から 4 の間に変化する）について波浪中の性能を比較することを目的としている。然し乍ら波浪中の試験と云つても、此所の水槽には不規則波中の試験装置がなく、不規則波の生成及び解析に甚しい手数を要するので、規則波中の試験のみを行うことにし、波高及波長も出来る丈け少く選び、不規則波中の性能を算出する為に要する試験は後で追加補促することにしている。試験状態は要約すると第 1 表の通である。

第 1 表

試験状態（25 米実船に換算）

試験速力 test speed (kts)	3	5	7	9
波長×波高 wave length×height (m)	25×0.75,	37.5×0.75,	43.75×0.75	
排水量 displacement (ton)	計画状態 193.8 $\Delta\Big/\left(\frac{L_{ft}}{100}\right)^3=351$			
航走方向 running direction	向波及追波 head sea & stern sea			
慣性半径 radius of gyration k_p	0.3L			

慣性半径を 0.3L と選定したのは、通例の 0.25L に比べると大き過ぎるのであるが、FAO の要求によつたもので、Bonebakker (NECI, 1954) の tanker の試験成績を参考として定められた様である。この結果波と船の縦揺が同調する速度範囲が第 1 表の波では −0.5 節（追波）、2.6 節、4.2 節（フルード数で −0.018, 0.086, 0.140）等の低速領域にあるので、実験精度上同調点近傍の試験が出来ない場合が多い点が懸念される。

波の中を航行する船の性能を比較する目安として、馬力損失の程度、縦動揺振巾の大さ、波

による船体衝撃、乗員の作業妨害となる縦揺加速度の大きさを比較している。然し最終的には実際の海面に於ける不規則動揺の比較が予測出来る様に試験範囲を拡張する必要を認めている。

1·3 模型船

模型船は前号に掲げた実用模型群に属する 4 隻の 2 米模型を用いている。此等を 25 米実船に換算した諸要目及び線図は同号の 4 頁~12 頁に掲載した通りである。此等の模型の計画吃水線以上の側面投影形状は FAO の要求通り 4 隻共全く同一とし、従つて乾舷その他は第 2 表の通り何れも共通である。

第 2 表

計画状態の上甲板上面までの乾舷 (m) freeboard			舷墻高さ bulwark height (m)	艏楼甲板中心線の高さ f'cle d_k height (m)
FP	⊗	AP		
2.46	1.20	1.55	1.00	2.20

然乍ら上甲板巾及び水線上外板の傾斜·フレアー等は成るべく線図が自然な形状になる様に延長して定めているので、正面線図に示す様に各船夫々相違し、甲板形状も各様である。

試験装置の都合で、抵抗試験は行つていないから推進性能を検討することは出来ないのであるが、推進器及舵は各船共通で、静水中の自航試験と同一のものを用いている。従つて自航結果に寸法比を乗じて予測した実船の軸馬力と、各船に最適推進器を装備した場合の差異が存在する。

1·4 実験装置

慣性半径の整合には模型船を重心上方の支点で懸垂し、剛体振子としての周期を計測して換算している。即ち J, T, W, h を夫々慣性能率、周期、重量及び支点から重心までの距離、m, s を夫々模型及支持台とし、ms は複合振子を表はすものとして

$$\frac{J_m}{J_s}=\frac{T_{ms}^2}{T_s^2}\left(1+\frac{W_m h_m}{W_s h_s}\right)-1$$

の式によつて求めている。

縦揺及上下揺の変動はパンタグラフにより直接記録円筒に描かせ、前後動は摩擦修正用の曳索の移動量を同円筒に記録させている。但し本方法ではパンタグラフと模型船の位置により記録に誤差を生じるので、此等の修正を行つている。

縦揺及上下揺の加速度は船首及船尾甲板上に抵抗線型の加速度計を置き、此等の出力の和及差を電気的に演算してペン書オツシログラフに記録させている。本器は茨城大学の高幣教授に試作を依頼したもの（同大学研究集報第 6 巻第 1 号）で、第 1 図に示す様なものである。

波の記録は曳航車に極板型の波高計 2 個を、試験波長だけ離して取付け、50〜 の出力を整流してペン書オツシログラフに入れている。波長は 2 つの波高記録の位相差から算出している。

トルク・推力及回転数等の測定法は静水中の自航試験と全く同様である。この外に波形及船体運動を解測する為に普通カメラ及び 16ミリ・シネカメラを併用している。以上の配置は第 2 図に示す通りである。

2. 試験結果

2・1 軸馬力

波の中の抵抗試験は行つていないので、摩擦修正を行つた模型船の軸馬力に $\lambda^{3.5}$ (λ は実船と模型との寸法比) を乗じて求めている。此の様に摩擦修正に相当する曳航力を与えているので、その修正値に対応する速力を挿んで夫々 2〜3 点以上を求め、挿間法による速力対馬力曲線を求めている。向波及追波に於ける各航毎の結果は第 3 表（本文末）の通である。
同表中 T_P は各模型の固有縦揺周期、T_E は波との出会周期、$\varDelta\mathrm{SHP}=\mathrm{SHP}_{波}-\mathrm{SHP}_{0\,静水}$ を表している。

第 3 図には前進速力 V_S と軸馬力、第 4 図には縦揺同調率 T_P/T_E と軸馬力増加率 $\varDelta\mathrm{SHP}/\mathrm{SHP}_0$ の関係、第 4 図には 柱肥瘠係数 φ と SHP を図示してある。此等の図から軸馬力の増加率は 525 も 675 も他よりは少いのであるが、静水中の馬力そのものが 675 が何れよりも大きいので、結局、low prisma の 525 及 575 が有利に見える結果を示している。

2・2 縦揺

縦揺の複振巾 Ψ(rad) 及び船首 FP に於ける鉛直方向の縦揺のみによる加速度 F_ψ''(m/sec^2) を第 4 表(本文末) 及第 6 図に示してある。模型によつて最大振巾の縦揺が起る速力が違うのは、T_P がずれている為であるが、low prisma の 525 は 7〜9 節で航海する場合には、大きく動揺する $(1\sim2)L$ の波には同調せず、675 よりは遙かに動揺の少いことが判るが、トロール操業時の 3 節又は微速運転の時は激しく暴れることを示している。他方 675 は何れに於ても動揺が甚しく扱い難い船であることを表はしている。但し周知の様に慣性半径 K_P と同調には密接な関係があるので、此の結論は K_P が変れば異り、$0.3L$ よりも小さい場合は最大振巾は速力の高い方に移動する。

2・3 上下揺

上下揺の複振巾 H(m) 及び加速度 H''(m/sec^2) の 25 m 実船換算の結果は第 5 表（本文末) 及第 7 図に示した通りであるが、測定点のバラ付きが多い為に最大振巾が求め難い。最大振巾は縦揺に較べて高速側に出ている。正弦的な変化をするならば $|H''|$ は $\omega^2|H|$ に近い筈であるが、測定点の平均曲線が、模型によつて喰違つているのは、平均値を求める時の測定値の拾ひ方の差異によるものと思はれる。

2·4　位相遅れ

上下揺の縦揺に対する位相遅れは $\delta_{P-H}/2\pi$ の形で第 8 図に示している。一般に速力と共に位相遅れは増加している。

3. 考　　察

3·1　縦揺固有周期

4 m 巾の水槽に模型船を斜に置き、船体を外力により、トリムさせ急に此れを取除いて自由縦揺（上下揺も連成される）を行はせ、加速度計の出力を電磁オツシログラフに記録させ第 9 図の様に $\theta-t$ 曲線の切線を引いて縦揺周期を求めている。各半サイクル毎の周期は時間と共に稍々増加し、後再び減少する。数回の試験で相当に点が散るので実験の精度は余り良くない。4 隻の計測結果は第 6 表の通である。525 は T_P が最も短いと想像されるのであるが、実験では大きくなつているのは、実験誤差である。

一般に縦揺周期は J_L' を附加質量も入れた船体の慣性能率、$\varDelta$ を排水量、GM_L を縦メタセンター高さとすると

$$T_P=\frac{2\pi}{\sqrt{g}}\sqrt{J'/\varDelta GM_L}$$

更に ∇ を排水容積、I_L を吃水面の縦慣性能率、K_P 及 K_0 を船体及排除水の慣性半径、k_{yy} を T_P に於ける附加慣性能率係数とすると

$$T_P=\frac{2\pi}{\sqrt{g}}\sqrt{(K_P{}^2+k_{yy}K_0{}^2)/\nabla I_L}$$

であるから模型により違うのは I_L, K_0, k_{yy} であつて、φ によつて此等の変化を求めると同じく第 6 表(本文末)の様になる。

3.2　縦揺と同調

波との出会周期 T_E は波長 λ と速力 V_s で決まり、周知の様に

$$T_E=\frac{\lambda}{1.25\sqrt{\lambda}\pm V_s}$$

であり、他方船が激しく縦揺する波は普通の船型では $\lambda=(1\sim2)L$ の範図であるから、これは第 10 図の様に図示される。今回の試験状態 $K_P=0.3L$ では T_P は約 4.2 秒前後で、$K_P=0.25L$ では約 3.5 秒となるから、此等の成分波を有する海面では前者にあつては停船状態から約 5 節位までの間が同調範囲であり、後者にあつては 2 節から 9 節の間が同調範図に入る筈である。然乍ら船型によつて、此の範囲が非常に違うことは 2.2 の結果が示す通で、前節の水による附加慣性の差と船型による縦揺減衰効果に大きな差がある為だと思われる。

同調率 T_P/T_E と縦揺複振巾 $\varPsi$ を図示すると第 11 図の様になり、最大振巾は $T_P/T_E=1.1$

1.2 の間に表はれている。又最大振巾は減衰効果の大きい船は小さいのであるが、525 が小さく、他の 3 隻は（大差はないが）675 が最も大きい。然し図示の通り、試験精度が悪く点の散布が甚しい為に、諸係数の解析が出来ないのであるが、実験装置を改めて別途試験を計画中である。

3•3 不規則波中の性能

以上までは規則波中の性能についてであるが、実際の海面に於ける航行性能は此等の資料から推定するには、最近実験的に略々立証されている線型重畳の原理を適用するのが簡便である。これは不規則波中の船体の運動は、この不規則波を構成する成分波（規則波）に依る運動を重ね合せたものに等しいと考える方法であつて、実際の海面に於ける成分波エネルギーの周波数分布が統計的に判つているか、推測することが出来れば、各周期の波のスペクトルに船体運動の応答函数の自乗を乗ずれば、此の不規則波中の運動成分の分布が求められ、これから確率的な平均値が求められる。即ち波高を h_w とすると応答函数 $A(\lambda, V_s)=\Psi_{\nu.Vs}/h_w$ となり、波及縦揺のエネルギースペクトルを夫々 $h_w{}^2/\delta\omega$, $\Psi^2/\delta\omega$ とすると

$$\Psi^2/\delta\omega=A^2(V,\lambda_s)\,(h_w{}^2/\delta\omega)$$

で表わせる。

今回の試験では第 1 表の波長の選び方が適当ではなかつたので、周波数範囲が狭く、海面波スペクトルの極く一部分に過ぎない為、更に追加試験を俟つ外はないが、求められた応答函数は第 12 図の如くである。これから比範すると 9 節及 5 節の何れに於ても 525 が最も小さく、他の 3 隻の相互間には大差はないが、675 が稍々大きい。

3•4 あとがき

以上で試験の概要を説明したが、現在の処では low prisma の模型 525 が、波浪中の馬力増加率、運動減衰率等の何れの点から見ても定性的には有利なものと判断される。然し定量的に此の要因を解析するには、実験装置を改善して、試験精度を高め、又実験計画を建直す必要を認めている。

第　3　表

			525			575			625			675		
		V_K knt	T_P/T_E	SHP	$\Delta SHP/SHP_0$	T_P/T_E	SHP	$\Delta SHP/SHP_0$	T_P/T_E	SHP	$\Delta SHP/SHP_0$	T_P/T_E	SHP	$\Delta SHP/SHP_0$
HEAD SEA	1 L WAVE	3	1.49	19.0	62%	1.41	28.0	150%	1.32	48.4	278%	1.46	34.0	99%
		5	1.71	35.0	33	1.68	47.8	59	1.57	75.6	99	1.57	90.8	89
		7	1.93	79.5	27	1.94	83.2	19	1.83	113.5	20	1.68	174.8	29
		9	2.14	177.0	6	2.19	181.0	9	2.08	264.0	109	1.79	394.8	69
	$1^1/_2$ L WAVE	3	1.17	25.0	68	1.12	38.0	239	1.06	36.0	181	1.00	45.0	163
		5	1.35	62.0	165	1.16	88.0	193	1.15	130.4	243	1.11	130.0	171
		7	1.53	94.0	123	1.22	148.6	112	1.25	225.2	141	1.22	250.7	85
		9	1.71	189.0	17	1.27	268.0	61	1.36	336.0	41	1.34	536.0	45
	$1^3/_4$ L WAVE	3	1.06	19.7	114	0.98	41.4	270	0.97	30.5	138	0.97	24.0	40
		5	1.24	69.6	136	1.05	83.2	177	1.08	90.5	138	1.05	103.5	115
		7	1.42	140.2	50	1.12	117.5	68	1.20	194.6	108	1.13	270.8	99
		9	1.60	196.0	13	1.18	224.3	35	1.30	351.0	55	1.20	471.9	28
STERN SEA	1 L WAVE	3	0.83	14.2	21	0.81	16.0	43	0.84	14.0	9	0.79	17.1	0
		5	0.63	27.8	6	0.65	33.4	11	0.64	43.5	14	0.62	49.3	3
		7	0.44	66.0	5	0.49	72.6	4	0.45	116.0	24	0.45	150.0	10
		9	0.25	189.6	13	0.33	191.0	2	0.27	240.5	1	0.28	380.0	3
	$1^1/_2$ L WAVE	3	0.74	13.0	11	0.71	15.5	38	0.62	14.8	16	0.74	18.0	5
		5	0.60	27.8	6	0.59	32.5	8	0.53	43.9	16	0.60	52.2	9
		7	0.46	69.7	10	0.46	79.7	14	0.43	110.7	19	0.46	159.1	17
		9	0.33	184.0	10	0.34	209.0	26	0.34	252.0	6	0.32	403.0	9
	$1^3/_4$ L WAVE	3	0.68	14.0	20	0.64	18.0	61	0.63	23.5	16	0.61	17.1	0
		5	0.58	30.0	14	0.52	35.8	19	0.54	45.8	16	0.52	48.0	0
		7	0.48	64.5	3	0.43	77.4	10	0.44	106.5	19	0.44	142.0	45
		9	0.38	177.0	6	0.36	187.7	13	0.34	269.0	6	0.36	392.0	6

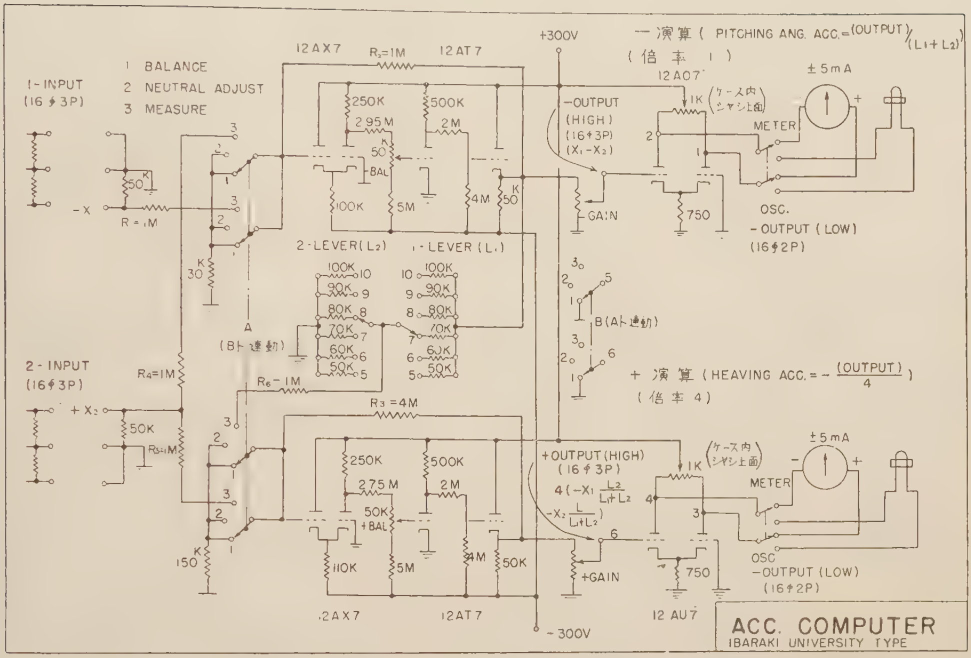
第　4　表

			525			575			625			675		
		V_K knt	T_E sec	Ψ rad	F_ϕ'' m/sec^2	T_E	Ψ	F_ϕ''	T_E	Ψ	F_ϕ''	T_E	Ψ	F_ϕ''
HEAD SEA	1 L WAVE	3	2.90	0.042	2.40	2.98	0.047	2.56	3.15	0.065	2.99	2.88	0.058	2.41
		5	2.53	0.025	1.90	2.52	0.025	1.98	2.65	0.036	2.52	2.68	0.037	2.16
		7	2.25	0.016	1.73	2.17	0.019	1.89	2.27	0.022	2.34	2.51	0.031	1.93
		9	2.02	0.013	1.76	2.11	0.015	1.74	1.99	0.018	2.27	2.31	0.028	1.80
	$1^1/_2$ L WAVE	3	3.71	0.111	6.46	3.82	0.169	4.37	3.92	0.146	3.16	4.24	0.132	—
		5	3.21	0.076	5.30	3.63	0.194	5.31	3.62	0.176	3.38	3.80	0.180	4.85
		7	2.83	0.054	4.31	3.46	0.164	5.60	3.36	0.166	3.33	3.45	0.213	5.08
		9	2.53	0.040	4.06	3.32	0.140	5.33	3.15	0.136	2.96	3.14	0.150	4.49
	$1^3/_4$ L WAVE	3	4.08	—	—	4.30	0.166	3.68	4.27	0.160	4.35	4.36	0.166	—
		5	3.49	0.116	7.46	4.04	0.170	5.48	3.84	0.172	6.15	4.05	0.200	6.49
		7	3.05	0.074	6.66	3.77	0.160	—	3.48	0.139	6.69	3.76	0.182	7.05
		9	2.70	0.056	5.90	3.57	0.142	4.88	3.19	0.116	5.62	3.51	0.159	6.71

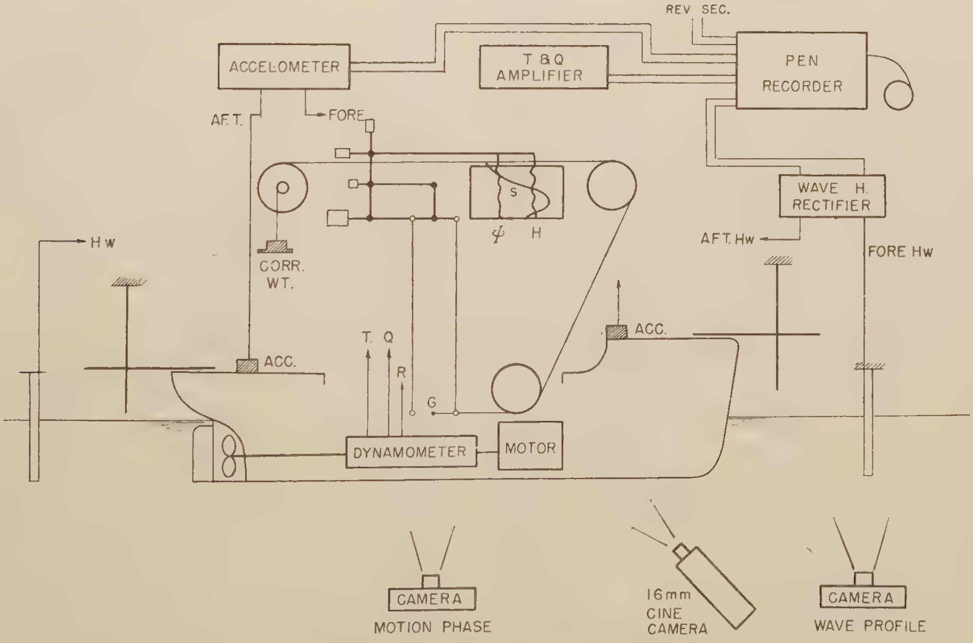
			525			575			625			675		
		V_K knt	T_E sec	Ψ rad	F_ϕ'' m/sec^2	T_E	Ψ	F_ϕ''	T_E	Ψ	F_ϕ''	T_E	Ψ	F_ϕ''
STERN SEA	1 L WAVE	3	5.22	0.0640	1.07	5.16	0.0645	1.29	4.96	0.0665	1.87	5.31	0.0520	0.98
		5	6.82	0.0405	0.52	6.48	0.0420	0.68	6.43	0.0400	0.86	6.86	0.0360	0.63
		7	9.80	0.0280	0.28	8.59	0.0292	0.47	9.17	0.0252	0.70	9.45	0.0260	0.50
		9	17.10	0.0210	0.23	12.76	0.0195	0.43	15.90	0.0155	0.57	15.32	0.0185	0.30
	$1^{1}/_{2}$L WAVE	3	5.85	0.0810	1.14	5.91	0.0735	0.94	6.70	0.0670	1.62	5.74	0.0660	0.80
		5	7.21	0.0575	0.70	7.12	0.0555	0.68	7.90	0.0550	1.22	7.09	0.0480	0.48
		7	9.29	0.0420	0.30	9.12	0.0422	0.39	9.58	0.0450	0.98	9.20	0.0355	0.32
		9	13.20	0.0295	0.12	12.30	0.0315	0.20	12.28	0.0370	0.83	13.05	0.0240	0.20
	$1^{3}/_{4}$L WAVE	3	6.36	0.0810	0.99	7.04	0.0705	0.83	6.54	0.0790	1.10	6.91	0.0750	1.30
		5	7.48	0.0635	0.56	8.13	0.0560	0.64	7.71	0.0650	0.80	8.10	0.0640	0.85
		7	9.10	0.0500	0.38	9.74	0.0470	0.44	9.44	0.0535	0.59	9.61	0.0550	0.59
		9	11.58	0.0380	0.37	11.90	0.0390	0.35	12.12	0.0430	0.41	11.96	0.0465	0.42

第 5 表

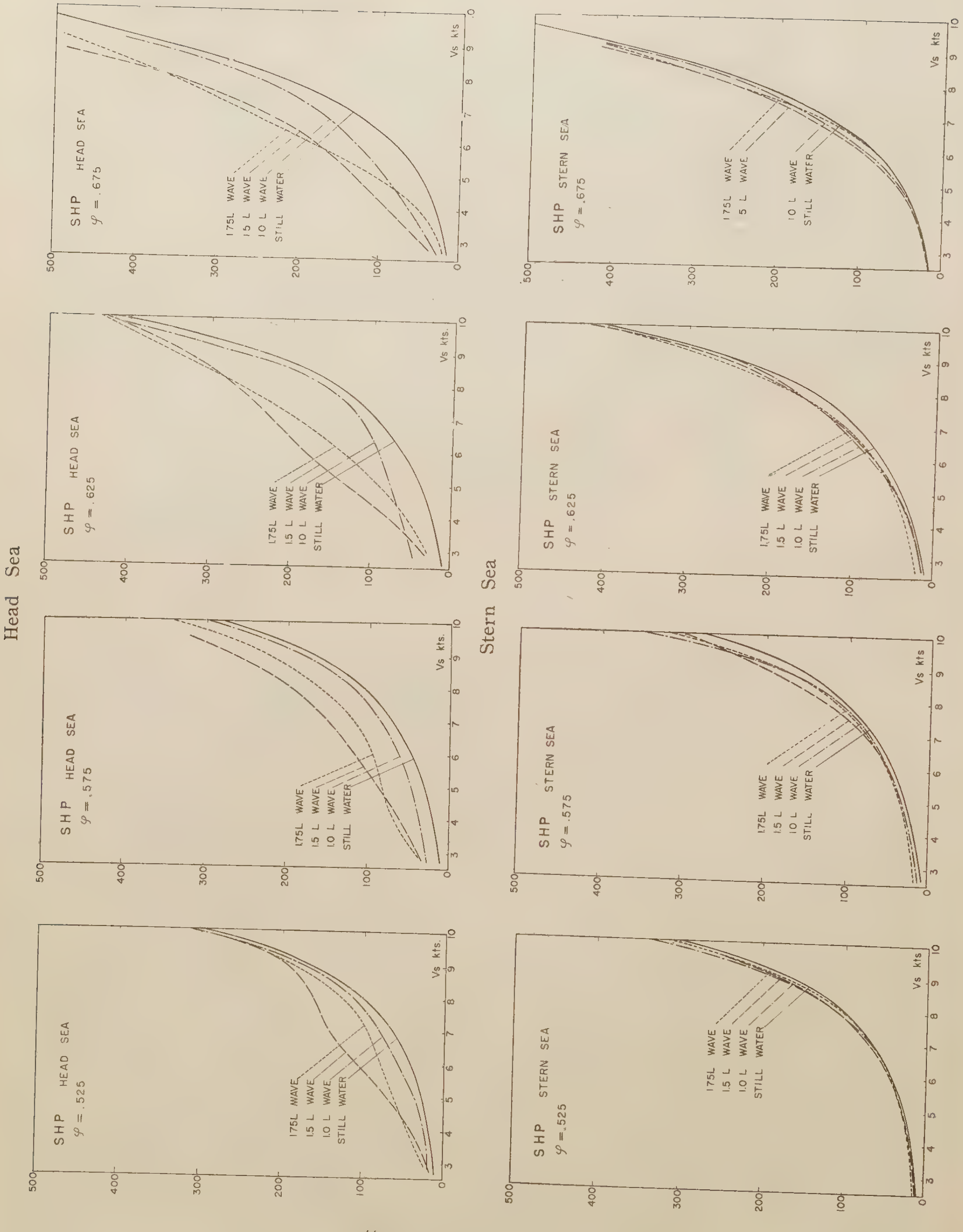
			525		575		625		675	
		V_K knt	H m	H'' m/sec^2	H	H''	H	H''	H	H''
HEAD SEA	1 L WAVE	3	0.238	0.600	0.263	0.440	0.325	0.640	0.194	0.602
		5	0.150	0.452	0.150	0.250	0.181	0.340	0.149	0.485
		7	0.113	0.365	0.100	0.140	0.115	0.255	0.119	0.415
		9	0.088	0.328	0.081	0.130	0.086	0.235	0.100	0.375
	$1^{1}/_{2}$L WAVE	3	0.619	0.942	0.738	0.440	0.703	0.475	0.544	—
		5	0.456	—	0.862	0.650	0.813	0.720	0.688	0.780
		7	0.338	1.310	0.988	1.010	1.013	—	0.838	1.590
		9	0.250	1.040	0.123	—	1.250	1.145	0.950	—
	$1^{3}/_{4}$K WAVE	3	—	0.490	0.750	0.475	0.788	0.500	0.750	0.430
		5	0.675	1.235	0.838	0.490	0.875	0.750	0.825	0.640
		7	0.538	—	0.913	0.585	1.088	1.280	0.938	0.995
		9	0.425	1.570	1.025	0.945	—	—	1.125	1.560
STERN SEA	1 L WAVE	3	0.229	0.220	0.220	0.160	0.175	0.233	0.163	0.200
		5	0.139	0.140	0.159	0.107	0.123	0.168	0.128	0.140
		7	0.100	0.095	0.125	0.078	0.099	0.135	0.109	0.112
		9	0.088	0.065	0.100	0.060	0.089	0.118	0.094	0.096
	$1^{1}/_{2}$L WAVE	3	0.348	0.260	0.359	0.208	0.319	0.220	0.334	0.160
		5	0.250	0.170	0.285	0.153	0.258	0.153	0.250	0.105
		7	0.184	0.112	0.233	0.118	0.213	0.122	0.188	0.074
		9	0.129	0.075	0.186	0.088	0.175	0.102	0.125	0.052
	$1^{3}/_{4}$L WAVE	3	0.438	0.185	0.469	0.200	0.409	0.180	0.438	0.250
		5	0.351	0.100	0.418	0.140	0.346	0.120	0.380	0.190
		7	0.285	0.060	0.375	0.105	0.290	0.090	0.328	0.153
		9	0.226	0.052	0.334	0.080	0.243	0.070	0.279	0.130


1-INPUT (16 ϕ 3P)
1 BALANCE
2 NEUTRAL ADJUST
3 MEASURE
12AX7
R₂=1M
12AT7
+300V
− 演算 (PITCHING ANG. ACC.=(OUTPUT)/(L₁+L₂))
(倍率 1)
12AO7
±5mA
(ケース内 シャシ上面)
METER
OSC.
−OUTPUT (HIGH) (16ϕ3P) (X₁−X₂)
GAIN
750
−OUTPUT (LOW) (16ϕ2P)
−X
R=1M
250K
500K
2.95M
2M
50K BAL
100K
5M
4M
50K
2-LEVER (L₂)
1-LEVER (L₁)
100K 90K 80K 70K 60K 50K
A (B卜連動)
B (A卜連動)
+ 演算 (HEAVING ACC. = −(OUTPUT)/4)
(倍率 4)
2-INPUT (16ϕ3P)
+X₂
R₄=1M
R₆−1M
R₃=4M
R₅=1M
50K
275M
+BAL
110K
150K
30K
+OUTPUT (HIGH) (16ϕ3P)
4(−X₁ L₂/(L₁+L₂) −X₂ L/(L₁+L₂))
+GAIN
12AU7
−300V
ACC. COMPUTER
IBARAKI UNIVERSITY TYPE

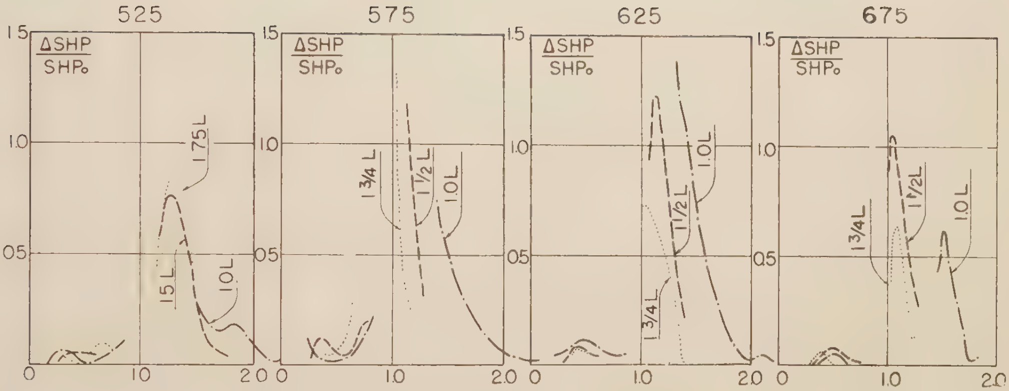
第 1 図　加 速 度 計


REV SEC.
ACCELOMETER
T & Q AMPLIFIER
PEN RECORDER
AF.T.
FORE
S
ϕ H
WAVE H. RECTIFIER
AFT. Hw
FORE Hw
Hw
CORR. WT.
ACC.
T. Q
R
G
DYNAMOMETER
MOTOR
ACC.
CAMERA
MOTION PHASE
16mm CINE CAMERA
CAMERA
WAVE PROFILE

第 2 図　実 験 装 置 配 置


Head Sea
Stern Sea
SHP HEAD SEA
φ = .675
φ = .625
φ = .575
φ = .525
SHP STERN SEA
1.75L WAVE
1.5 L WAVE
1.0 L WAVE
STILL WATER
Vs kts.
0
100
200
300
400
500
3
4
5
6
7
8
9
10

第 3 図 V～SHP

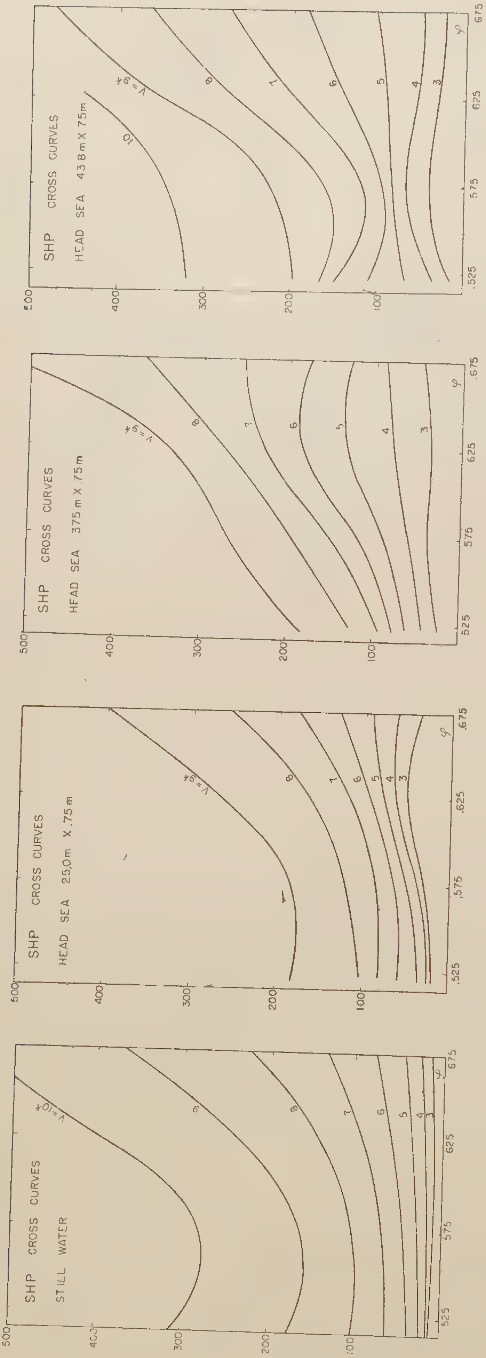


第 4 図 $T_P/T_E \sim \Delta SHP/SHP_0$

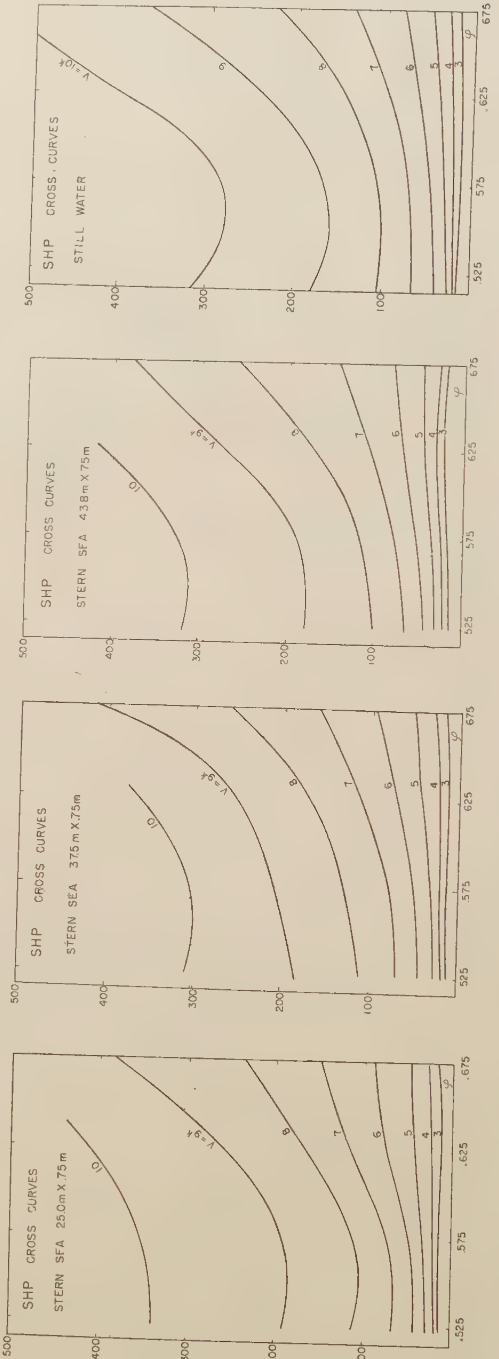
第 6 表

φ	.525	.575	.625	.675
T_P (sec)	4.33	4.21	4.16	4.23
I_L (m^4)	3818	4013	4487	4803
K_0 (m)	4.77	5.05	5.26	5.48
k_{yy}	1.55	1.38	1.57	1.79

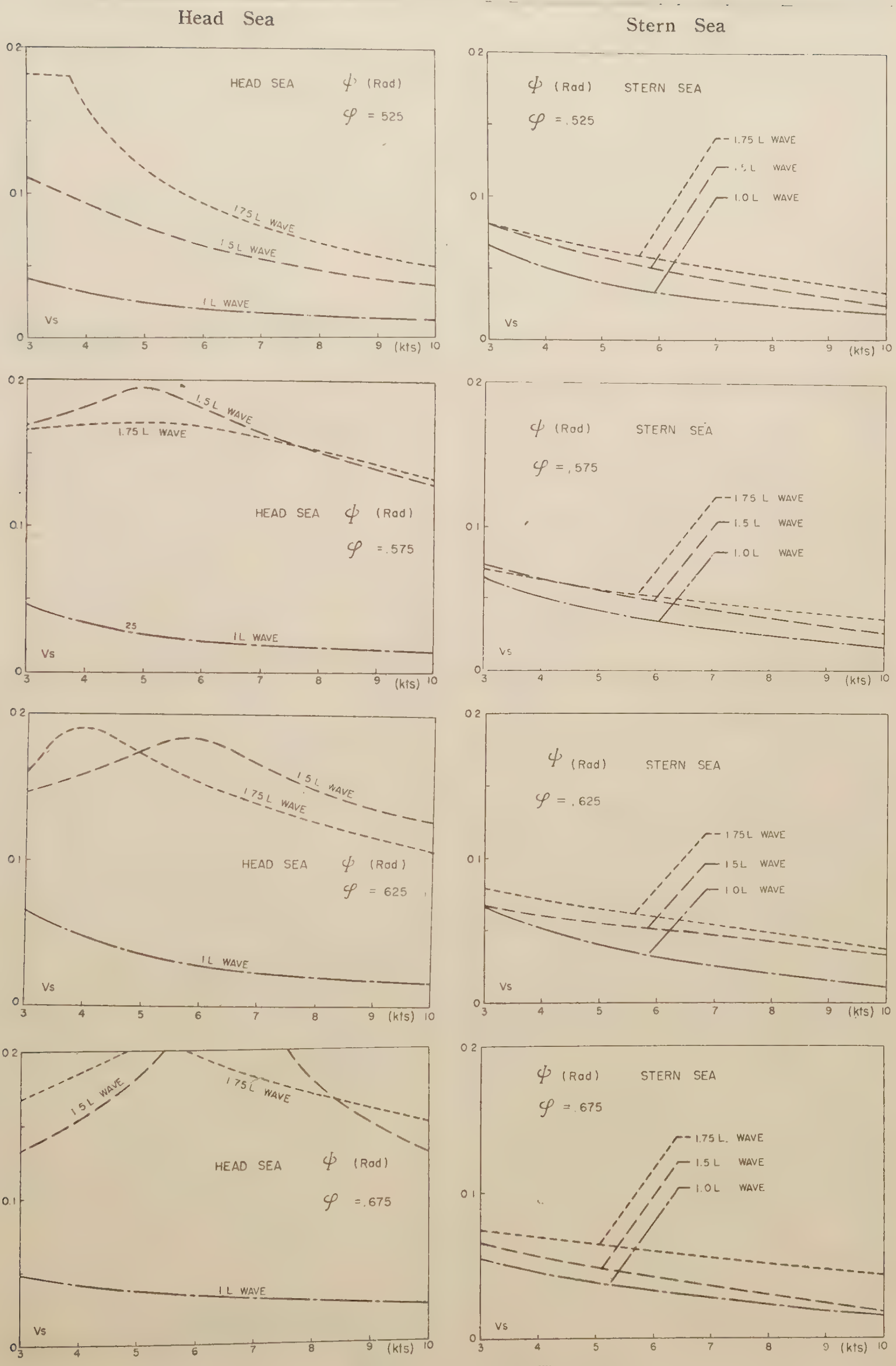
Head Sea



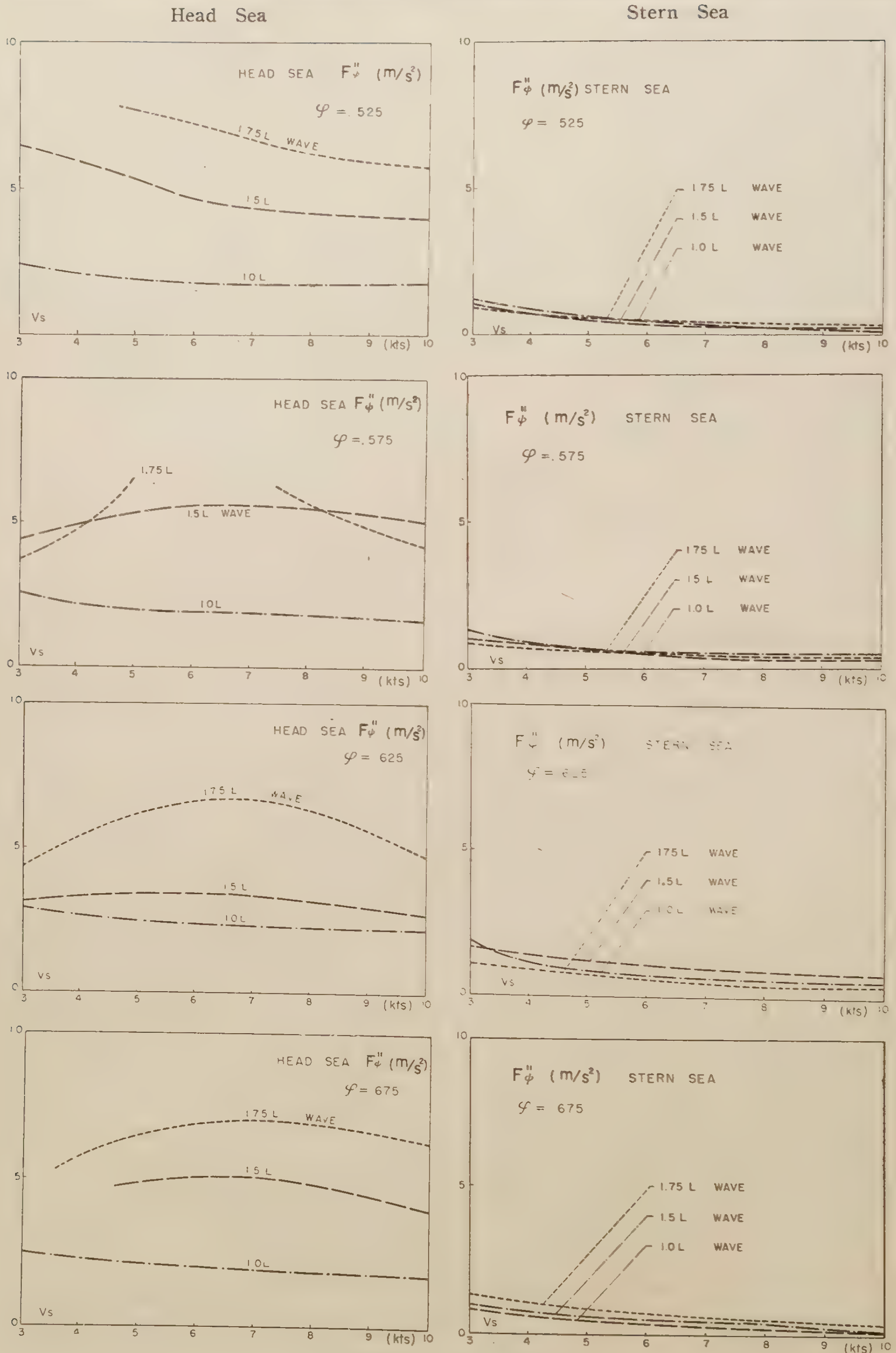
Stern Sea



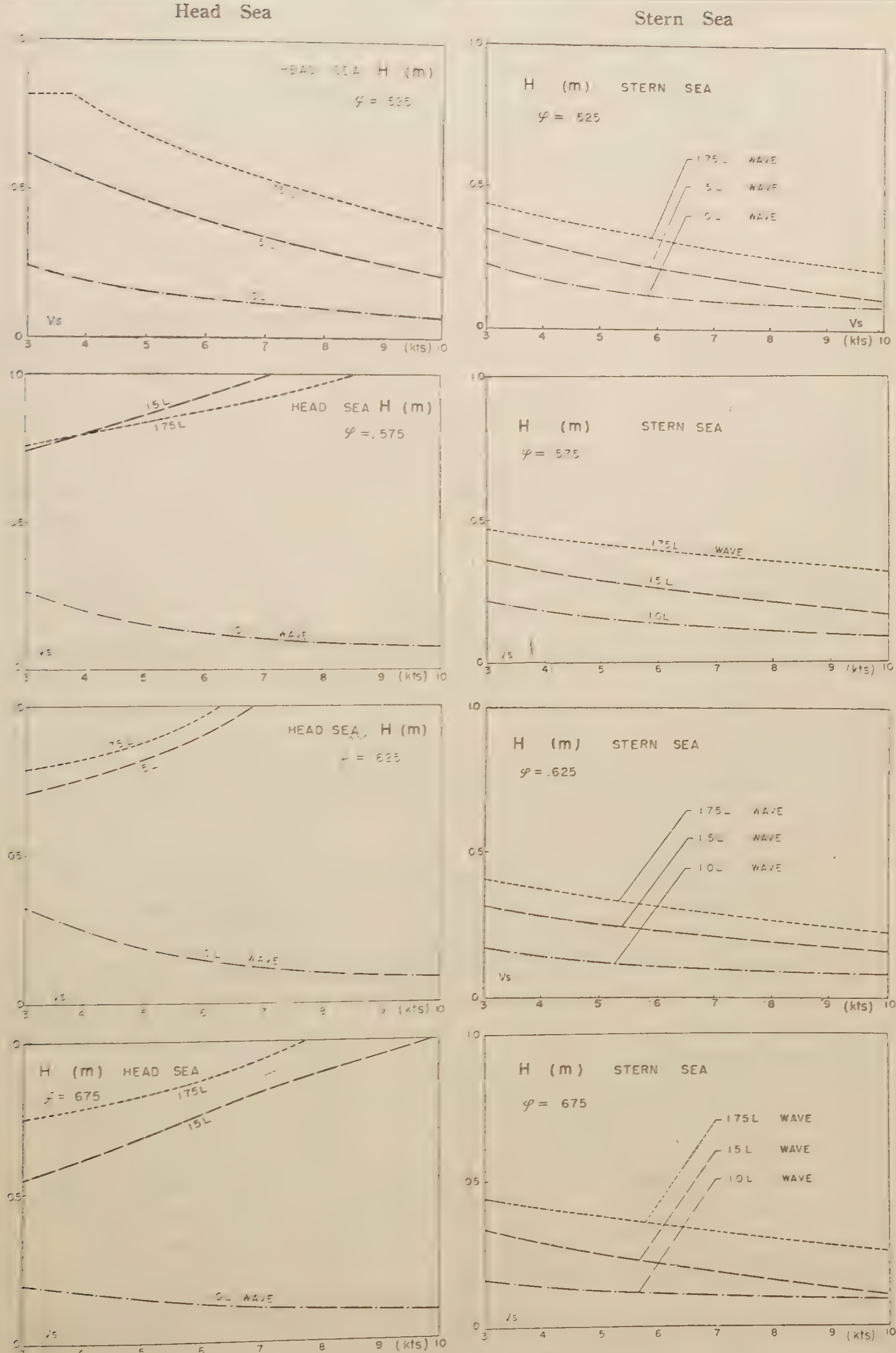
第 5 図 φ ~ SHP



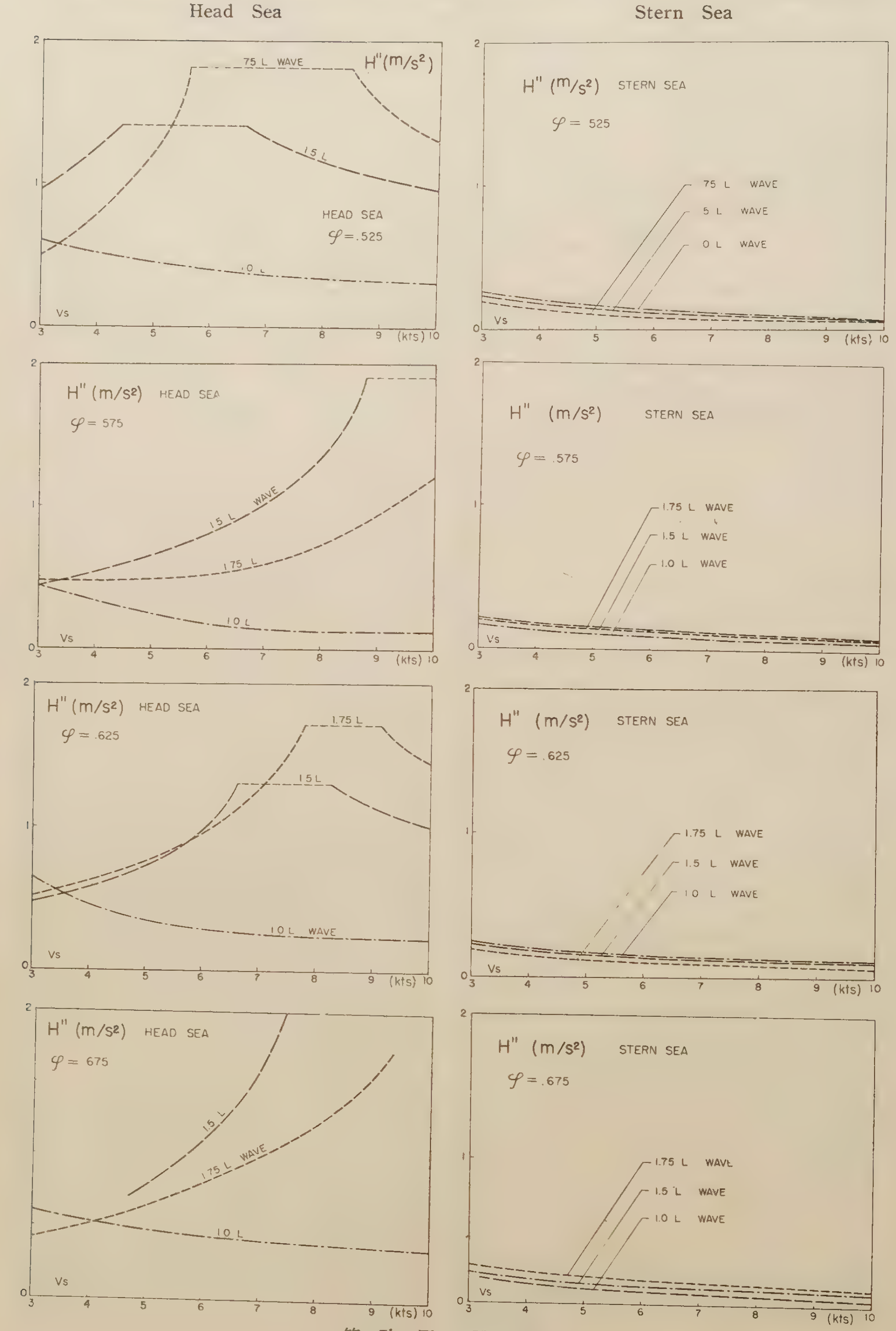
第 6a 図　$V_S \sim \Psi$



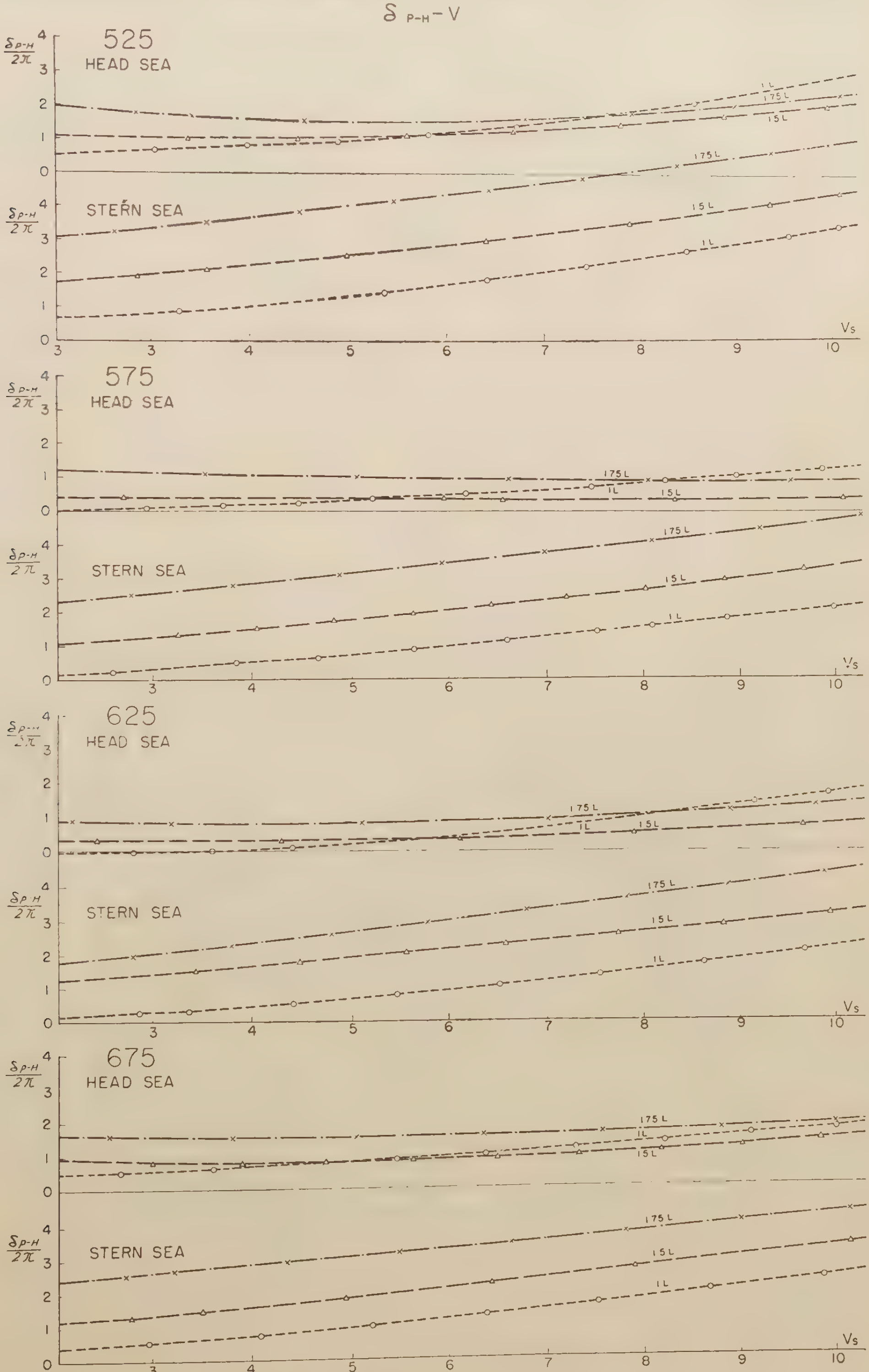
第 6b 図 $V_S \sim F_\phi''$


Head Sea
Stern Sea
HEAD SEA H (m)
φ = .525
1.75L
1.5L
1.0L
Vs
H (m) STERN SEA
φ = .525
1.75L WAVE
1.5L WAVE
1.0L WAVE
HEAD SEA H (m)
φ = .575
1.5L
1.75L
1.0L WAVE
H (m) STERN SEA
φ = .575
1.75L WAVE
1.5L
1.0L
HEAD SEA H (m)
φ = .625
1.75L
1.5L
1.0L WAVE
H (m) STERN SEA
φ = .625
1.75L WAVE
1.5L WAVE
1.0L WAVE
H (m) HEAD SEA
φ = .675
1.75L
1.5L
1.0L WAVE
H (m) STERN SEA
φ = .675
1.75L WAVE
1.5L WAVE
1.0L WAVE
0
0.5
1.0
3
4
5
6
7
8
9
(kts)
10

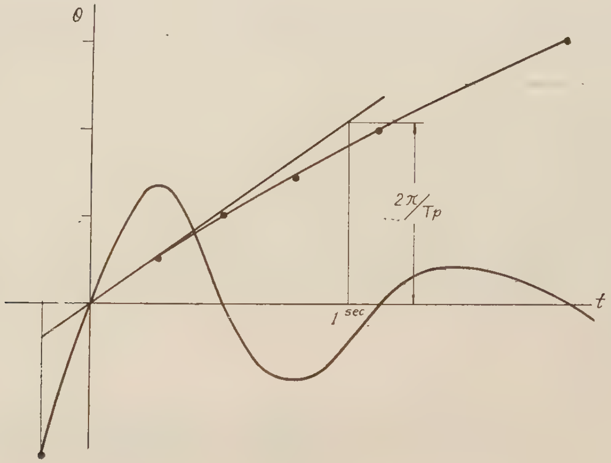
第 7a 図 $V_S \sim H$


Head Sea
Stern Sea
H''(m/s²)
HEAD SEA
φ = .525
75 L WAVE
1.5 L
1.0 L
STERN SEA
75 L WAVE
5 L WAVE
0 L WAVE
φ = 575
15 L WAVE
1.75 L
φ = .575
1.75 L WAVE
1.5 L WAVE
1.0 L WAVE
φ = .625
1.75 L
1.5 L
1.0 L WAVE
φ = 675
15 L
1.75 L WAVE
10 L
φ = .675
Vs
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
(kts) 10

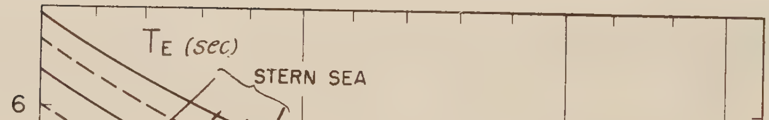
第 7b 図 $V_S \sim H''$



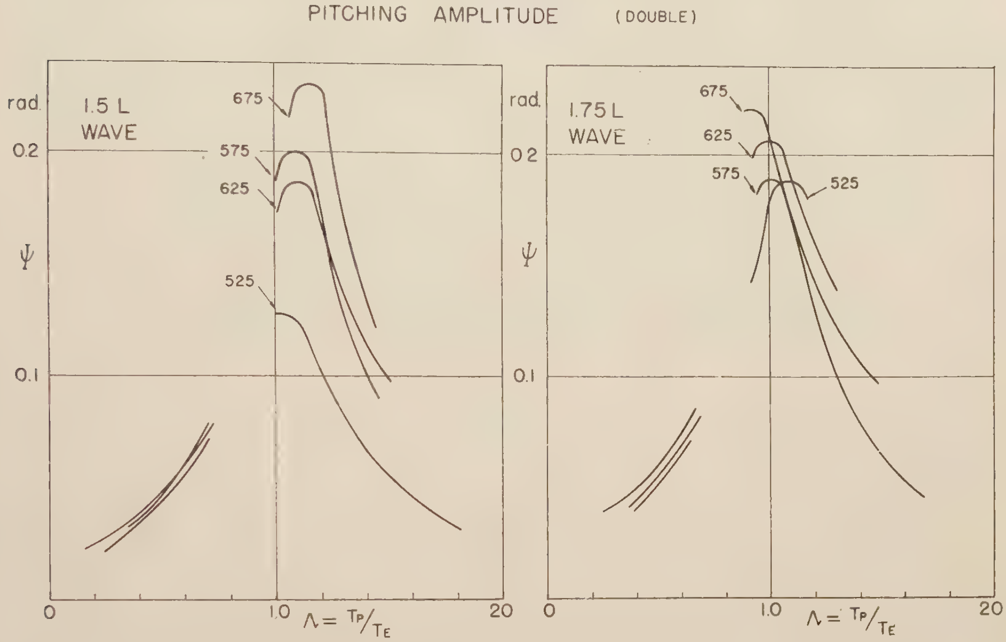
第 8 図　$V_S \sim \delta_{P-H}/2\pi$


θ
$2\pi/T_p$
1 sec
t

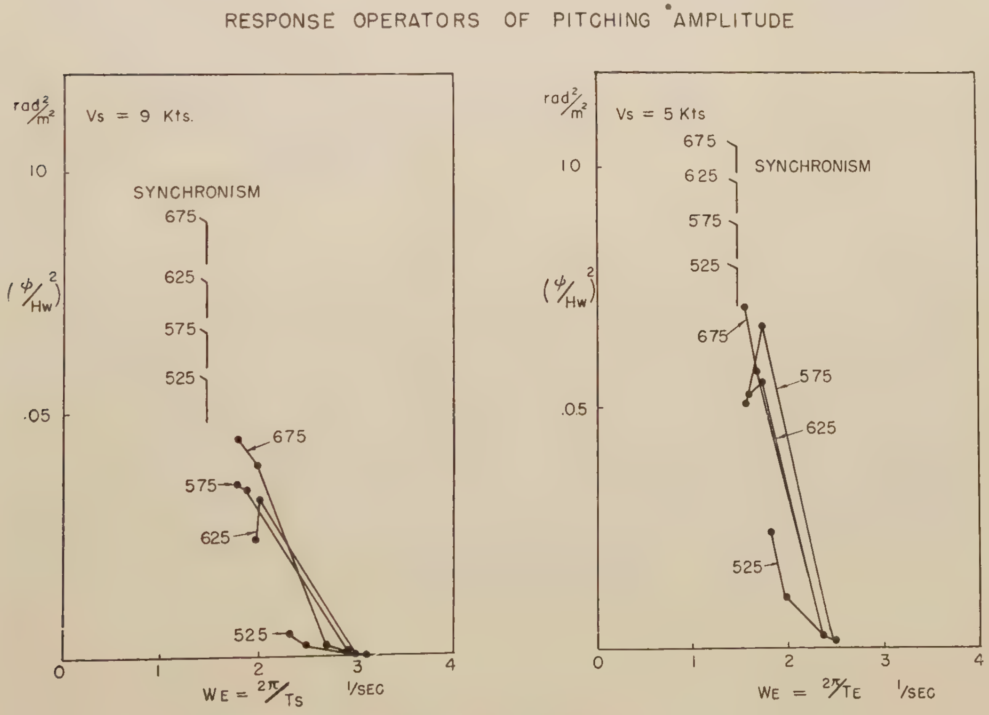
第 9 図　T_P の求め方



第 10 図　$V_S \sim T_E$



第 11 図 $T_P/T_E \sim \Psi$



第 12 図 $w \sim (\phi/H)^2$

プロペラシャフトの防蝕について—I
(ネオプレン被覆プロペラシャフトの実用試験　その1)

畑　　鏐　　草間喜代松　　山田敏夫

Anticorrosion of a Propeller Shaft

(The practical test of Neoprene coating for a propeller shaft)

Part. 1

Ryo Hata, Kiyomatsu Kusama and Toshio Yamada

ABSTRACT

There are several methods for protection of corrosion on a propeller shaft. As the material of propeller shaft for small boats, with lifting & lowering devices of a propeller shaft high strength Brass is used, and for large boats rubber coated or copper coated shafts are used. The shafts must be inspected periodically.

Now, we have tested Neoprene coatings for propeller shafts on small fishing boats.

From the experience for about one and a half, of year no corrosion was found on the shaft even after such a long term, so we present herewith the results of the above experience intermediately.

概　　要

プロペラシヤフトの防蝕には従来種々の方法が採用されて来た。プロペラシヤフトの上下装置をもつ小型船に於いては主として高力黄銅を用い、中型船以上に於いては鉄製シヤフトにゴム巻又はブラス巻を施しているが、その検査を定期的に行う必要がある。又使用者はその安全性を絶えず確認せねばならぬ状況である。吾々は、鉄製シヤフトに直接塗装し、検査した際容易に補修の出来るところから、ネオプレンを被覆する方法を取上げ、小型漁船で実用試験を行つて来た。本報告は過去一年半の実験の成果であり、これからネオプレン塗膜部の防蝕は殆ど完全で良好な結果が得られたので、引続き実験を継続している。

項目

1. まえがき
2. 試験委託漁船及び供試プロペラシヤフト
3. 実験経過並びに成績
   (1) 庄七丸に於ける実用試験
   (2) 又五郎丸 〃
   (3) 伍円丸 〃
   (4) 甚七丸 〃
   (5) 助次郎丸 〃
   (6) 池田丸 〃
4. 成績の検討
5. あとがき

1. まえがき

プロペラシヤフトの海水による腐蝕の防止には、鋼材の表面にブラス巻、ゴム巻、銅巻など種々の被覆が行われている。中型船以上ではシヤフトにゴム巻をするものが多いが、これは鋼材の周囲にエボナイトを介してゴム巻を施し、シヤフトとの密着を高めるようにしている。エボナイトは脆弱でトーションによつて割れ易いのが難点とされている。いずれにしても現在では殆どが屢々検査を必要とし、従つて上架その他の処置を行い、又検査の段階にも区別があつて面倒なことが多い。プロペラシヤフトの防蝕に信頼のおけるものがあれば、使用者にとつて非常に幸いなことである。吾々は一方法としてネオプレン被覆をとりあげた。250 P.S. 用のプロペラシヤフトにⒶコーペル巻、Ⓑ全通黄銅、Ⓒ天然ゴム巻（エボナイト厚さ 2 mm，ゴム厚さ 5 mm），Ⓓ合成ゴムネオプレン巻（ネオプレン厚さ 2 mm）を施工した場合の経費を比較すると、68：100：82：73 の比率になり、将来取得出来る検査資格を併せて考えると、Ⓓは有利である。更にⒸ天然ゴム巻のエボナイトの欠点がなく直接シヤフトに被覆出来、又検査した際に補修が容易に出来る利点を持つている。ネオプレンを被覆する方法には、シートを張付けるものと、塗装による方法があるが、一般に砲金スリーブの接着面は簡単な形状ではないので、後者による方が容易である。よつて、ネオプレン塗装のプロペラシヤフトを三崎地区の小型漁船について実用試験を行うことにした。これらの漁船は上下装置を持ち、プロペラシヤフトは海水に直接接触するもので、構造は異るが中、大型船のプロペラシヤフトの防蝕の資料を得ようとするものである。

試験に供したネオプレン塗料は、クロロプレン合成ゴムに充塡材、可塑材、老化防止材等を加えた乾燥混合物を溶剤でとかして塗料化したもので、Gates Engineering 社（米国）からの

輸入品である。

ネオプレン塗装は次のようにして行う。先づ塗装面を乾燥して、サンドブラストを施工する。その直後有機溶剤にて脱脂、溶剤乾燥後密着を良くする為にプライマー（下塗り）を刷毛塗りし、2乃至4時間乾燥してネオプレン塗料を塗装する。ネオプレン塗料1ガロンに6オンスの促進剤を毎回の塗装直前に加えよく攪拌した上、充分湿気に注意して、刷毛で平滑に塗る。塗装毎の乾燥時間は最少1時間、一回の塗装厚は約0.1 mm で希望する厚さ迄塗り重ねる。最後の塗装が終つてから溶剤を蒸発乾燥させるのに室温で2乃至4時間必要とする。乾燥後熱処理を行うが、熱処理は室温から1時間に6乃至7°C の割合で上昇させ、93°C で6時間保持し、後自然放冷する。

このようにして得られたネオプレン塗膜の物理的性質試験の結果を第1表に示した。

第1表　ネオプレン塗膜物理的性質試験

硬度	抗張力(kg/cm²)			引裂強さ(kg/cm²)			200%モデュラス(kg/cm²)			伸張率(%)		
ショアD	老化前	老化後	老化率(%)	老化前	老化後	老化率(%)	老化前	老化後	老化率(%)	老化前	老化後	老化率(%)
67°	145.8	145.2	98	85.3	59.0	69	27.9	52.8	189	550	377	68

註：老化期間 70°C 6 日間

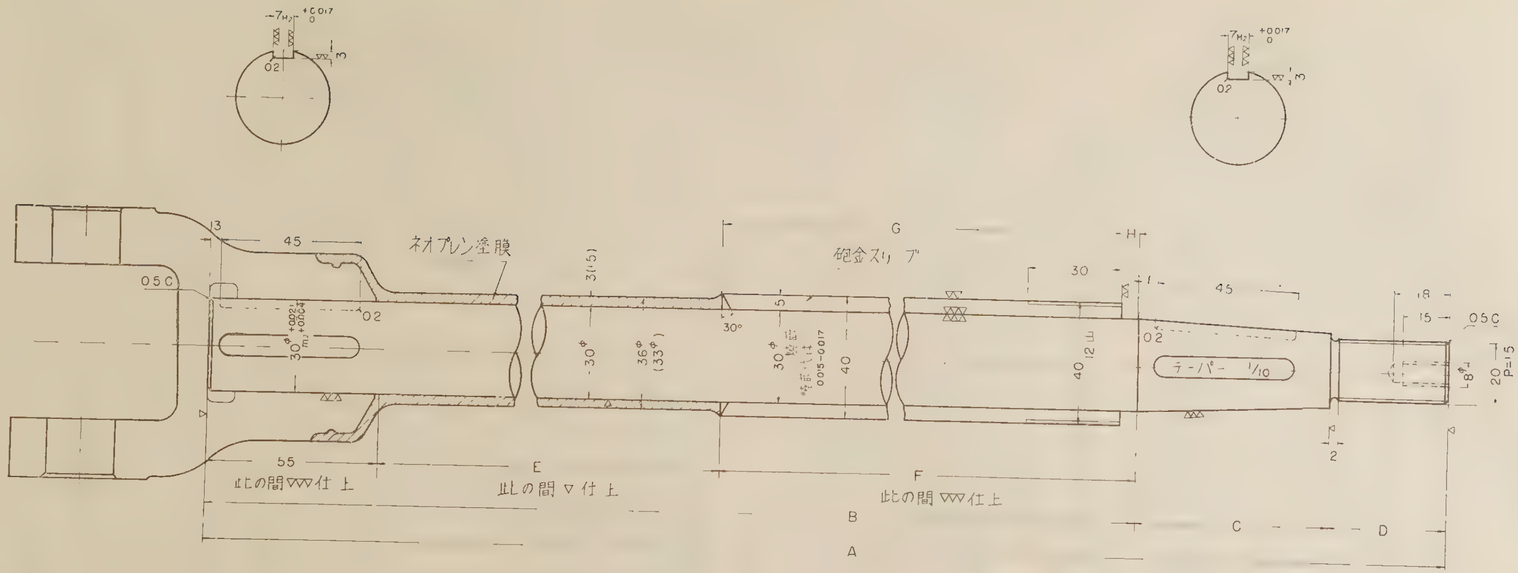
2. 試験委託漁船及び供試プロペラシヤフト

ネオプレン塗装プロペラシヤフトの実用試験を委託した漁船は第2表の通りで、何れも吾々がクローム鍍金シリンダの実用試験を委託しているものである。

第2表　試験委託漁船

番号	船体	機関(ダイヤ，デイゼル)	プロペラピッチ/直径	船主
1	庄七丸 KN3-2807 1.98屯	2DVA-3A No. 21429 17P.S.900r.p.m.	13″/19″	三浦市三崎町白石 石渡庄吉
2	又五郎丸 KN3-2813 2.18屯	2DVA No. 2325 17P.S.900r.p.m.	13″/19″	三浦市三崎町白石 石渡新次
3	伍円丸 KN3-2812 1.91屯	1DVA-8a No. 15009 10P.S.1,200r.p.m.	14″/20″	三浦市三崎町白石 小川徳次郎
4	甚七丸 KN3-2809 1.64屯	1DVA No. 5081066 8P.S.900r.p.m.	11″/16″	三浦市三崎町白石 石渡栄次
5	助次郎丸 KN3-2806 2 屯	2DVA-3A No. 21147 17P.S.900r.p.m.	13″/19″	三浦市三崎町海外 佐原由五郎
6	池田丸 KN3-2286 1 屯	1DVA No. 1569 8P.S.900r.p.m.	13″/17″	三浦市三崎町日之出 池田熊蔵

供試プロペラシヤフトは、従来の黄銅製シヤフトに使われていたユニバーサル接手、上下装置、プロペラにそのまま取付けて使用出来るように、第1図の如く製作した。軟鋼 (SF-50) シヤフトの片端にユニバーサル接手を固定し、上下装置軸受部には砲金 (BC-3) を焼嵌し、中間に前記のようにネオプレン塗装を施工した。塗膜の厚さは、庄七丸、又五郎丸、伍円丸は 1.5 mm，甚七丸、助次郎丸、池田丸は 3 mm とした。プロペラ取付部から海水の侵入しないよう

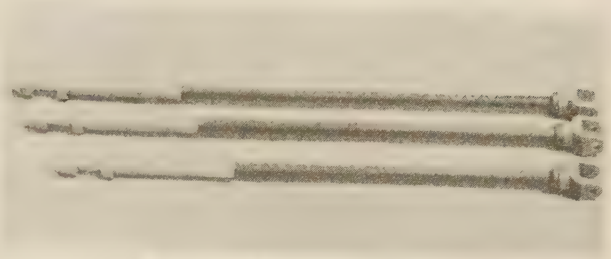

ネオプレン塗膜
砲金スリーブ
テーパー 1/10
此の間▽▽▽仕上
此の間▽仕上
此の間▽▽▽仕上
A
B
C
D
E
F
G
H
0.5C
13
45
55
30
45
18
15
20
P=15
30°
40
40
36φ
(33φ)
30φ
30φ
8φ
7H2 +0.017 0
3
02
2

第 1 図 供試プロペラシャフト

船　　名	ネオプレン塗膜厚	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1. 庄 七 丸	1.5	1196	1097	62	37	734	308	303	5	5
2. 又五郎丸	1.5	1324	1238	48	38	866	319	303.8	15.2	0
3. 伍 円 丸	1.5	1396	1297	62	37	908	334	325	9	1
4. 甚 七 丸	3.0	1429	1336	58	35	982	299	294	5	5
5. 助次郎丸	3.0	1376	1277	62	37	909	313	303	10	0
6. 池 田 丸	3.0	1373	1277	59	37	926	296	294	2	8

註：又五郎丸の軸径は 33 mm, テーパー 1/6, 第 8 図参照。

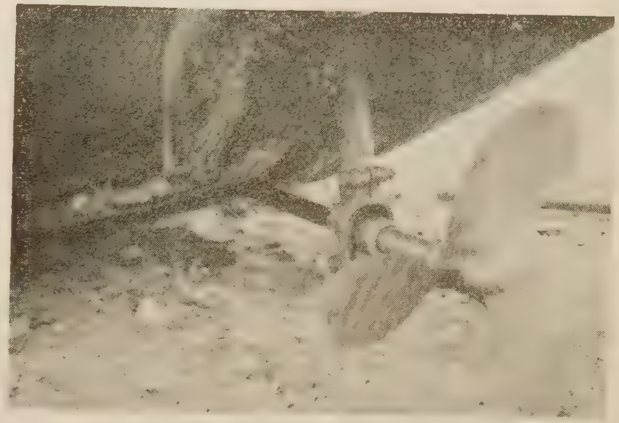
にボスの両側にネオプレンOリングを入れて固定した。第2図に供試プロペラシャフトの外観を示した。この施工に当つては、プロペラシャフトの設計、製作をK.K.池貝鉄工所が、又ネオプレン被覆を大平プラスチック工業 K.K. が担当した。



第2図 供試プロペラシャフト

3. 実験経過並びに成績

先づ、庄七丸、又五郎丸、伍円丸の3隻に、昭33.6.1. 供試プロペラシャフトを取付けて実用試験を始めた。庄七丸、助次郎丸、池田丸には昭 33. 6. 21. に装着を行つた。庄七丸、助次郎丸に於ける装着状態を第3及び4図に示す。試験開始後は、2乃至4ヶ月毎に検査に出向く外、絶えず通信により或は随時出張の折に点検することによつて、実験の経過を見守つて来た。



第3図 装着例、庄七丸

第4図 装着例、助次郎丸

各委託漁船に於ける点検の結果、補修の状況など実験の経過を纏めて第3表に示した。これらの漁船は、帰港後海岸に引上げておかれるもので、僅かの期間勝浦、下田を根拠地として操業することがあり、その期間は帰港後も海上で過す。機関の運転時間のうち、約 45% は漁場への往復に標準出力で運転され、漁場では低回転で運転され絶えずクラッチの着脱を行つている。

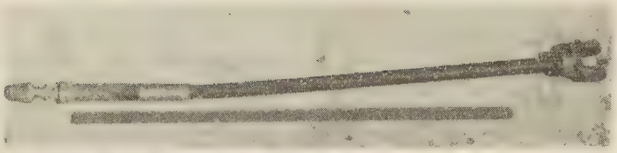
(1) 庄七丸に於ける実用試験

第3表　実用試験

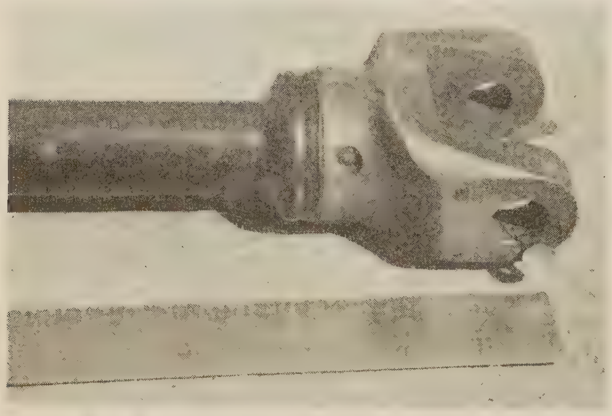
年月日	(1) 庄七丸			(2) 又五郎丸			(3) 伍円丸		
	操業日数	運転時間	経過	操業日数	運転時間	経過	操業日数	運転時間	経過
昭33- 6- 1	0	0	プロペラシヤフト取付	0	0	プロペラシヤフト取付	0	0	プロペラシヤフト取付
6-21	17	204.5	スリーブとの継目一部削除点検異常なし、補修す	15	150.5	スリーブとの継目一部削除点検異常なし、補修す	17	178.5	点検異常なし
7- 1	26	302	繋船ワイヤーに当る、ネオプレン塗膜表面僅か擦傷、上下装置修理			——	23	243	繋船ワイヤーに当るネオプレン塗膜表面擦傷、上下装置パイプ交換スリーブとの継目点検異常なし
7-18			——			——			——
7-19			——			——			——
8-11	55	645	点検異常なし	54	546.5	塗膜異常なし、砲金部発銹認む、ピンホール潰す	52	555	塗膜に傷認む、削除点検異常なし、パテにて補修
8-31			——			——	64	674.5	フジツボによる円周傷2ケ所削除点検異常なし、補修
9- 9			——	72	748.5	磯に当て、シヤフト彎曲、取外し試験中止、塗膜異常なし			——
10-11	88	1038.5	点検異常なし			——	84	917.5	点検異常なし、前回補修手直し
12-10	109	1250.5	点検異常なし	0	0	改造シヤフト取付	109	1171	点検異常なし
昭34- 1-23			——			——			——
2-11			——			——			プロペラ交換
3-11	151	1668.5	点検異常なし	45	478	点検異常なし	156	1583.5	点検異常なし
4-21			——	63	659.5	プロペラ取外し点検異常なし			——
5-21	187	2090	プロペラ取外し点検異常なし，上下装置軸受交換	82	888	プロペラ取外し点検異常なし	192	1971	プロペラ取外し点検異常なし塗膜部浅い外傷あり
8- 1	241	2707	点検異常なし			——	245	2593	点検異常なし
8-20			——	144	1480	点検異常なし			——
9-21	264	3105	点検異常なし	163	1679.5	点検異常なし	280	3018	点検異常なし
10-21			——			——			——
11-21	299	3459.5	点検異常なし、スタンチューブ軸受交換			——	318	3442.5	11月12日塗膜部4ケ所に傷うちの1ケ所シヤフト腐蝕、継目部削除点検、パテにて補修

経過状況

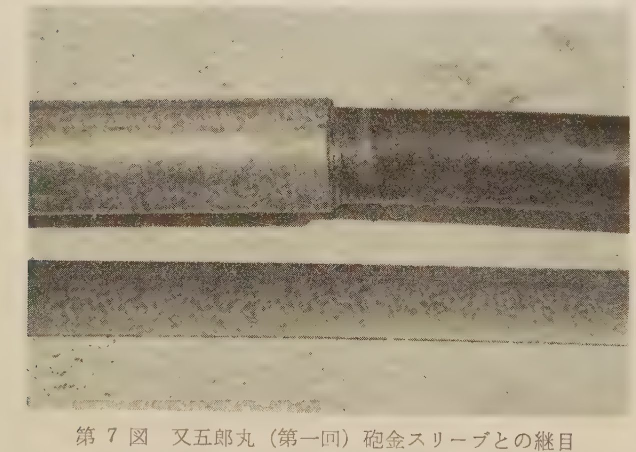
(4) 甚七丸			(5) 助次郎丸			(6) 池田丸		
操業日数	運転時間	経過	操業日数	運転時間	経過	操業日数	運転時間	経過
		——			——			——
0	0	プロペラシャフト取付	0	0	プロペラシャフト取付	0	0	プロペラシャフト取付
6	62	点検異常なし			——			——
		——	18	222.5	点検異常なし			——
		——			——	18	183	点検異常なし
36	381	塗膜に傷認む、削除点検異常なし、パテにて補修，プロペラ取外し点検異常なし	34	422.5	スリーブとの継目一部削除異常なし、パテにて補修	30	284	点検異常なし
		——			——			——
		——			——			——
68	816.5	プロペラ取外し点検異常なし	68	815.5	点検異常なし	63	577	点検異常なし
98	1121.5	点検異常なし	81	945.5	点検異常なし	93	829	点検異常なし
		——	103	1161.5	流木でプロペラ損傷、シャフト異常なし			——
136	1524	プロペラ交換 Dia 16.5 Pitch 10			——			——
147	1634.5	点検異常なし	123	1361.5	プロペラ取外し、継目削除点検異常なし、補修す	142	1260	プロペラ取外し点検異常なし
		——			——			——
186	2113	プロペラ取外し点検異常なし	155	1678.5	継目点検異常なし補修す	177	1653	船底を焼き塗膜損傷取外し試験中止、プロペラ取付部異常なし
240	2780	点検異常なし			——			——
253	2931.5	プロペラを磯に当て損傷塗膜螺旋状の浅い傷			——			——
273	3220	点検異常なし	233	2279.5	継目部発銹、砲金スリーブを万力にくわえシャフトの変形を修理した為、削除、点検、パテにて補修す	0	0	修理品取付、スタンチューブ軸受交換、プロペラ交換 Dia 410 Pitch 280
		——	245	2386	継目部僅か発銹あり、砲金スリーブに2ケ所ピンホール、ハンマーでつぶす			——
313	3727.5	継目一部削除点検異常なし、補修す	262	2535	継目部僅か発銹、砲金スリーブ孔蝕拡大の為取外し試験中止	24	270	点検異常なし



第 5 図　又五郎（第一回）事故により彎曲



第 6 図　又五郎丸（第一回）自在接手との継目



第 7 図　又五郎丸（第一回）砲金スリーブとの継目

昭 33.6.21. 砲金スリーブとの継目の塗膜を一部切取つて点検したが異常なく、その部分を補修した。昭 33.7.1. 繋船のワイヤーにのし上げ、上下装置を損傷したが、塗膜には殆ど損傷なく表面に僅かの擦傷が認められた程度であつた。その後は異常がないので全く手直しを加えておらず、昭 34.11.21. 操業日数 299 日使用後、塗膜は頭初と殆ど変らない光沢を持ち、良好な成績であつた。

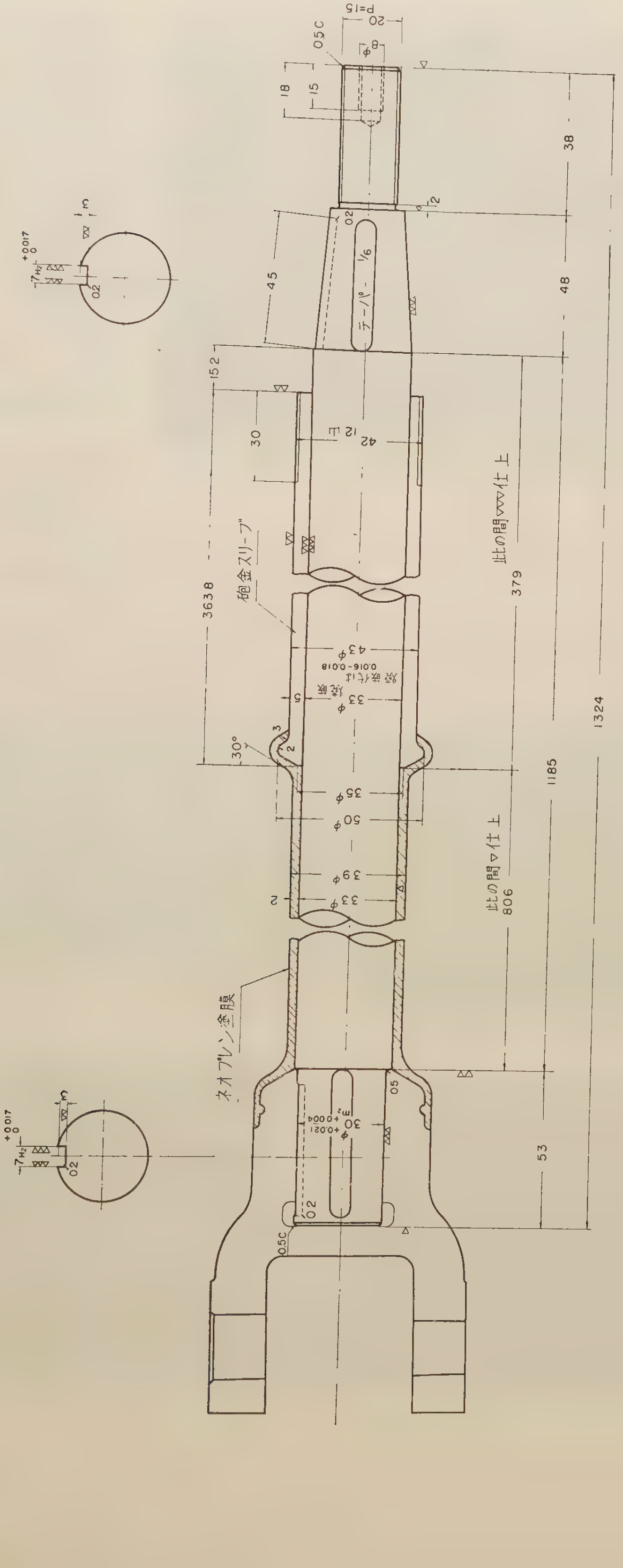
(2)　又五郎丸に於ける実用試験

昭 33.6.21. 砲金スリーブとの継目の塗膜を一部削除して点検、異常を認めず補修した。昭 33.8.11. 点検の際塗膜には全く異常を認めなかつたが、砲金スリーブのピンホールから鉄の銹を認めたので、ハンマーでつぶしネオプレン塗料を塗つた。昭 33.9.9. 帰港時磯にぶつけてシヤフトを第 5 図のように曲げて了つたので実験を中止せざるを得なかつた。ユニバーサル接手及び砲金スリーブとの継目は第 6 図及び第 7 図のように良好であつた。

第一回の供試シヤフトでは砲金スリーブと塗膜との接着面が小さかつたので、第二回には第 8 図に示す如く、砲金スリーブを 60 mm 長くしてその端に膨みをもたせネオプレン塗膜で覆うように改造して、昭 33.12.10. 再び実用試験を始めた。砲金スリーブとの継目の外観を第 9 図に示す。その後は全く異常なく現在に至つている。

(3)　伍円丸に於ける実用試験

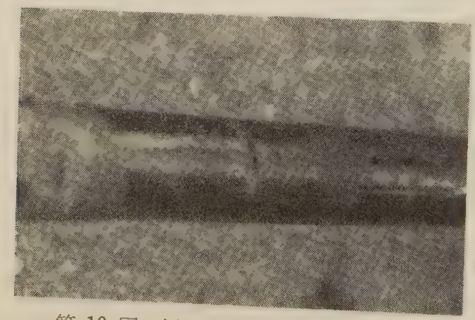
昭 33.7.1. 庄七丸と同様繋船のワイヤーで上下装置を損傷しパイプを交換したが、ネオプレ


P=15
20
0.5C
φ8
18
15
38
2
02
45
テーパー 1/6
48
152
30
42
12
此の間▽▽仕上
379
3638
砲金スリーブ
43φ
0.016-0.018
33φ
30°
3
2
1324
1185
35φ
50φ
此の間▽仕上
806
39φ
33φ
ネオプレン塗膜
05
30φ +0.021 +0.004
53
02
0.5C
7H2 +0.017 0
3

第 8 図　供試プロペラシヤフト又五郎丸　（第二回）

第 9 図　装着例、又五郎丸（第二回）

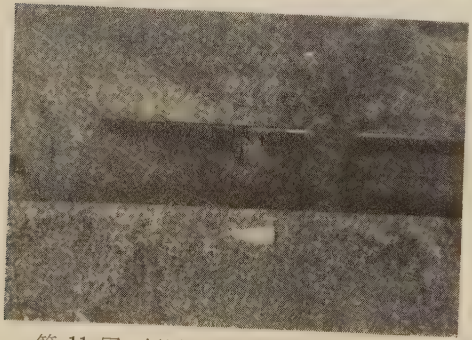
ン塗膜は僅かの擦傷で問題はなかつた。この時、砲金スリーブとの継目を一部切取つて調べたが異常なかつたので補修する。昭 33.8.11. 塗膜に傷を認めたので削つて見たがシヤフトにまで至つておらずパテにて補修した。昭33.8.31. 塗膜に 2 ヶ所円周状の傷があり、シヤフトが引上げた状態で回り、船底溝内に生長したフジツボにより削られた為とわかつた。削つて調べたがシヤフトには異常なかつた。補修し、フジツボを落して溝内でシヤフトが回つても支障のないようにした。昭 34.5.21. 又塗膜にフジツボによる傷を認めたが極く浅いものであつたので補修しなかつた。昭 34.11.12. 港で機関起動の際シヤフトが回り 4 ヶ所にフジツボによる傷が出来た。その後 6 日間 60.5 時間操業後、昭 34.11.21. 点検した処、うちの 1 ヶ所は第10図のように塗膜厚に達するものであつた。削つて調べて見たが、シヤフトは第11図に示すように腐蝕していた。砲金スリーブとの継目に僅か鉄銹が認められたので第12図のように全周切取つて点検したが鉄との密着は良好であつた。塗膜の傷と共に補修を行つた。



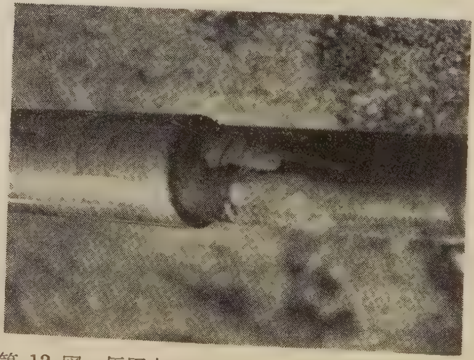
第 10 図　伍円丸ネオプレン塗膜外傷

(4)　甚七丸に於ける実用試験

昭 33.8.11. 塗膜に傷を認めたので削つて



第 11 図　伍円丸外傷部（第 10 図）検査



第 12 図　伍円丸、砲金スリーブとの継目検査

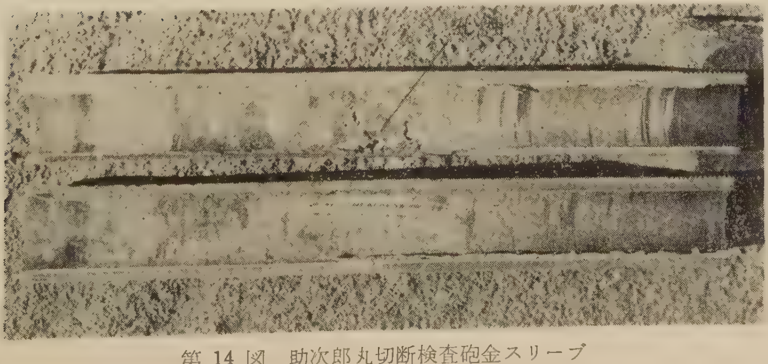
調べたがシヤフトには達していなかつた。パテにて補修を行う。昭 34.8.20. 磯にプロペラを当てて曲げたが、塗膜は極く浅い螺旋状の擦傷が認められた程度で問題はなかつた。昭34.11.21. 砲金スリーブとの継目に僅かの鉄銹を認めたので削除して調べたが、シヤフトには異常が認められずパテにて補修をした。

(5) 助次郎丸に於ける実用試験

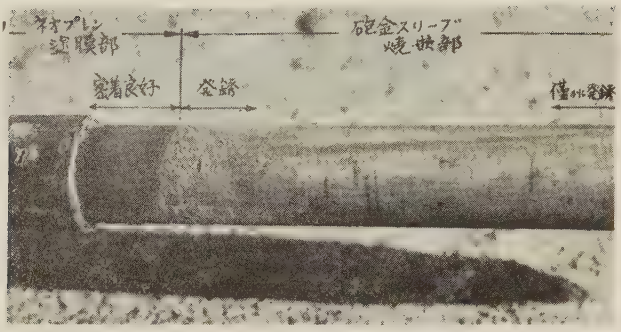
昭 33.8.11. スリーブとの継目を一部切取つて点検したが異常なくパテで補修を行つた。昭 34.1.23. 流木でプロペラを曲げたという報告があつたので点検したがシヤフトには異常なかつた。昭 34.3.11. 及び昭 34.5.21. の点検の際、砲金スリーブとの継目を一部切取つて調べた。何れも異常なくパテにて補修を行つた。昭 34.9.21. 点検の際、スリーブ継目から鉄銹が認められた。7 月初旬下田へ出漁中磯に当ててシヤフトを曲げ、砲金スリーブの端を万力にくわえて曲りを直し、そのまま使用して来たのであつた。万力でくわえた部分は傷になつており、変形により塗膜との密着が損われたものである。継目を削つて点検したが、シヤフトは殆ど変化ないのでパテにて補修し実験を継続した。昭 34.10.21. 点検の際、継目部から鉄銹が出ているように認められたが大したことはないので更に継続して見ることにした。この時砲金スリーブにピンホールを 2 ケ所認めたのでハンマーでつぶしておいた。昭 34.11.21. 継目部は矢張り僅かの発銹が認められ、又スリーブのピンホールが大きくなり第 13 図のように発銹が認められ

万力による損傷
発錆認む

第 13 図　助次郎丸砲金スリーブ孔蝕



第 14 図　助次郎丸切断検査砲金スリーブ



第 15 図　助次郎丸切断検査プロペラシャフト

たので、実験を中止した。スリーブ切断の結果第 14 図のように孔蝕は甚しかつた。第 15 図はシャフトを示したものであるが、ネオプレン塗膜の密着は極めて良く、スリーブ端及びピンホールの部分の腐蝕は表面のみ変色している程度で予測した程ではなかつた。

(6) 池田丸による実用試験

昭 34.5.21. まで全く補修を行わず良好な経過であつたが、フジツボを落す為船底を焼いたのでネオプレン塗膜も焼損して了つた。実験を中止して塗膜を検査したが、焼損は表面丈で密着も非常に良かつたので、修理して昭 34.9.21. 再取付をして実験を続けている。

4. 成績の検討

第一回の供試シャフト（第 1 図）は 1 年半の使用により、助次郎丸の外部的原因によるものを別として、昭 34.11.21. 伍円丸及び甚七丸に於いて砲金スリーブとネオプレン塗膜の接着部から僅かながら発銹が認められた。何れも切開して検査した処では殆ど問題にはならなかつたが、この接着面が小さい上に形状が前処理など塗装施工上好ましくない処に難点があろう。ユニバーサル接手側は塗膜で砲金を充分覆うようにしてあるので全く問題なかつた。第二回のシャフト（第 8 図）では、砲金スリーブ側も接手側と同様に改造し、スリーブを 60 mm 伸ばしてネオプレン塗膜で被せるように膨みを持たせ、容易に塗装施工を行えるようにした。又五郎丸に於ける約 1 年間の経過では非常に良好であつた。

砲金スリーブには BC-3 を使用したが、又五郎丸では 2 ヶ月、助次郎丸では 16 ヶ月でピンホールを認めた。これは材質不均一によつて起る脱亜鉛と思われるので、特に肉厚の薄い本実験のような場合には、材質を考慮すべきである。

本実験に使用したプロペラシャフトは同径の黄銅シャフトに比較して強度が大で、プロペラ或は上下装置が損傷した際にも、昭 33.7.1. 庄七丸及び伍円丸、昭 34.1.23. 助次郎丸、昭 34.8.20. 甚七丸のように変形することはなかつた。しかし、強い衝撃により変形した昭 33.9.9. 又五郎丸、昭 34.7 月助次郎丸の場合、黄銅シャフトのように簡単に直すことが出来ない。

5. あとがき

以上の成績からネオプレン塗膜の砲金スリーブとの接着部構造並びにスリーブの材質を考慮すれば、ネオプレン塗膜はプロペラシヤフトの防蝕に充分満足すべき効果をおさめるという見込みが得られたので、尚実験を継続してその経過を見守つて行きたい。

終りに本実験に積極的に御協力戴いたK.K.池貝鉄工所並びに大平プラスチツク工業K.K.に厚く感謝の意を表わすと共に、本実験を心よく引受けられた各試験委託船の方々に感謝する次第である。

漁研型自記式水深水温計の試作研究

石井謙治・葉室親正

Study on Thermograph

(Trial products of Gyoken Type Thermograph)

Kenji Ishii and Chikamasa Hamuro

ABSTRACT

Thermographs (Automatic thermometer and depth meter), which are world-widely used at present, are "Bathy-thermograph" produced in U.S.A. This is, however, not the best one, there beeing found some defects as follows.

(1) This can register the relations between depth and temperature of the sea, but this can not show those between time and them. Consequently, sea temperature on parallel zenes of different depths can not be successively registered by this.

(2) Glass particularly made for registration has to be exchanged every time.

"Gyoken Type Thermograph", which is now on the experiment stage, has no defects mentioned above. The result of it's experiment is excellent and requirement for its design is satisfied. In this, there are two type, namely A type and B type. A type is belonging to the Bathy-thermograph in usage. B type is set up on such fishing gears as the trawl net, tuna long-lines, so on. It's characteristics are given as belows:

	〔A type〕	〔B type〕
(1) Temperature range of the thermometer	−5°C～+30°C	0°C～+40°C
(2) Error of the thermometer	±0.1°C	±0.1°C
(3) Sensitivity of the thermometer	±0.03°C	±0.03°C
(4) Time lag coefficient of the thermometer	1.2 s	2.2 s
(5) Range of depth sounding	0～150 m	30～60 m
(6) Error of depth meter	±0.5 m	±0.5 m
(7) Sensitivity of depth meter	±0.05 m	±0.05 m
(8) Speed of Chart	5 mm/min	1 mm/min
(9) Period of successive record	5 h.	30 h.
(10) Width of Chart × Length	30 mm × 6 m	30 mm × 6 m
(11) Size (diam. × length)	83 mm × 440 mm	83 mm × 382 mm
(12) Weight (in the air) (in the sea)	3.95 kg 3.10 kg	2.10 kg 1.15 kg

項目

まえがき
1. 試作の要点
2. 構造概要（A型について）
   (1) 水温計部
   (2) 深度計部
   (3) 記録部
3. B型について
4. 試験結果
   (1) 精度試験
   (2) 振動試験
   (3) 水温計の time lag 試験
   (4) 実地試験
むすび

まえがき

漁業が科学的になるにしたがい、漁業技術と計測技術とは、切離することができないほど、密接な関係をもつようになつてくるのはいうまでもないであろう。したがつて、漁業技術が進歩すればするほど、高い精度をもつた測定器類が、多方面にわたつて必要となるのは当然のことといつてよい。ここ十年来、漁船研究室では多数の新型測定器を研究試作し、漁業技術の改善向上に著るしい成果をあげてきた。しかしながら、それらの新型計器の多くは漁具、漁法の研究に直結するようなもの、つまり我々が漁撈計器と称している種類のものであつて、こうした方面の研究が未開拓に等しい分野であつたため、極めて効果的な成績をあげることができたのであつた。これに反し、海洋観測的性格の測定器は今もつて伝統的なものが使われており、それらに代つて新しい形式のものが登場するためには、それが飛躍的な優秀性を示さなければならないし、ましてその優劣については、長期にわたつて実用試験をした上でないと、結論がでないということもあつて、漁撈計器のように比較的短時日にみるべき成果をあげることはできないのである。したがつて、ここでとり上げる水深水温計（水深と水温との関係を測定する計器）が漁業用としても、純粋な海洋観測用としても極めて重要であるにも拘らず、その開発が遅れてしまつたのもまたやむを得なかつたのである。ただし、このことは機械的方式の場合にのみいえることであつて、電気式の場合には昭和25年、漁船研究室において「曳航式中層遠隔温度計」* という特殊な水深水温計を試作し、この方面の研究をとり上げたのをはじめとして、

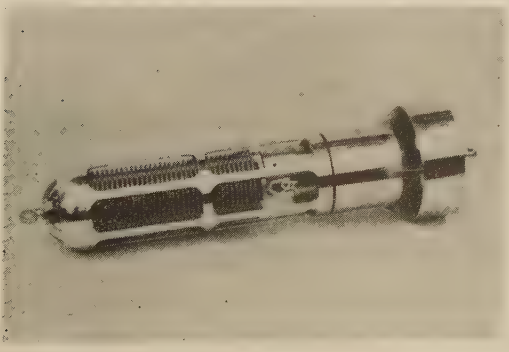
---

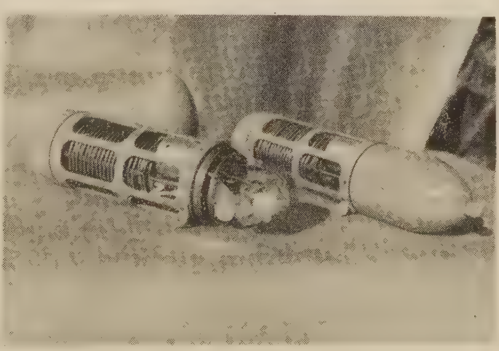
* 漁船研究技報第3号「曳航式中層遠隔水温計の試作研究」

気象研究所や一部のメーカーによる研究が比較的順調に進められ、今日では二、三の製品が市販されるようになつている。ところが、機械式の方では今から20年も前に、その原型が完成されたという“Bathy-thermograph”が代表的なものとなつている有様であり、今日ではこれがほぼ標準化されてしまつたような観さえある。この“Bathy-thermograph”は水深と水温の関係を直接記録する点に特長があり、一回の計測でその場所の水温の垂直分布を知ることができる、という極めて便利な測定器である。とはいうものの、この測定器は時間的変化に対しての計測ができない構造であるから、水温の水平分布や定点の水温変化の計測には都合が悪く、しかも1回の計測毎に特殊な記録ガラスをとりかえなければならないという欠点がある。たとえば、これを底曳網や中層曳網にとりつけて曳航してみても、漁場の水温分布を測るわけにはいかないのであつて、漁業方面えの利用は余り期待できないのである。

今回試作した「漁研型自記式水深水温計」は連続記録方式を採用しているので、上記のような欠点がなく、加うるに小型軽量で、精度やその安定性に対しても充分考慮を払つて設計しているから、漁業用としても海洋観測用としても高い精度をもつて極めて能率的に使用できるものと思う。ただ、使用目的が広範にわたると、一つの形式ではカバーしきれないので、多少特性の異る二種の形式を製作し、適宜使いわけられるようにした。その一つをA型と呼び、水温の垂直分布を測る“Bathy Thermograph”のような使い方や比較的短時間で水温の水平分布を測定しようとする場合に用いるのを主とするもので、特徴としては水温計の time lag が極めて少ない。他の一つ、B型というのは、底曳網、中層曳網、流し網、カニ網あるいは鮪延縄等、実際に使用している漁具にとりつけ、漁獲その他の関連事項と水深、水温との関係を調査研究することに主眼をおいたもので、連続記録時間が長く、かつ計器の装着による漁具えの影響を少くするため、A型よりも一そう小型軽量とした形式である。

次にその試作経過並びに試験結果等について述べることにするが、A型とB型とは原理的には全く同じで、構造的にやや異る所があるだけであるから、ここでは主としてA型について述べ、B型はその相違点についてのみ触れることにする。


第1図　漁研型自記式水深水温計（A型）


第2図　漁研型自記式水深水温計（B型）

1. 試作研究の要点

上述のように、自記式水深水温計（機械式の場合）といえば、“Bathy Thermograph”が標準形式とみられている現状である。とすれば、ここで、この測定器のたどつた開発の跡をふりかえつてみるのもあながち無駄ではないであろう。管見によれば、それはおよそ次のようなものであつた。

1937年、アメリカのA.F. Spilhausは新しい水深水温計を考案し、“Journal of Marin Research”に報告した。これがBathy Thermographの最初の型であつて、温度計部にはバイメタルを使用する方式であつた。しかし、この型はバイメタルを水中に露出させなくてはならないため、計測時の流水（計測の際の沈降によるもの）によつて生ずる振動の影響をうけて、正確な記録がとれないという欠陥があつた。その対策についてはいろいろと試みられたが、結局バイメタルを使用する限り、こうした障害を取り除くことはできないという結論に達し、ついに液体膨張式のブルドン管型温度計（圧力計型）を採用して問題の解決をみたのであつた。この新型が同じ“Journal of Marin Research”に報告されたのが1940年のことであり、ここに今日と同じ原理のBathy Thermographの方式が成立したのであつた。しかし、これも構造的な面ではまだ幼稚で試作品の域を脱せず、今日みるような洗練された構成には程遠いものであつたし、感温部などもtime lagに対する考慮が払われているとは思えない代物であつた。その後逐次開発が行われたらしく、その最終型（?）について我々が実物に接したのは終戦後の昭和25年、アメリカ海軍の観測艦ベアード号が来朝した際のことであり、同艦の甲板におかれたスマートな魚雷型の姿態は極めて印象的であつたと記憶している。

ベアード号の来朝により、我が国でも海洋観測に対する関心が高まり、漁船研究室では海洋観測用機器類の研究がテーマにとり上げられるに至つた。その線に沿つた研究は既にいくつかが完成し、その都度「漁船研究技報」に報告しているが、自記式水深水温計の研究は要望も少なく、したがつて後廻しにせざるを得なかつたのが実情である。その間一部ではBathy Thermographを輸入して使用するようになり、これに刺戟されてか、計器メーカーの中には類似形式の試作や新形式の研究を行うなどのこともあつて、ついに国産のBathy型の出現さえみるようになつたのである。

さて、この辺で本題に入ることとするが、水温計のエレメントとしては、簡単なバイメタル方式よりも圧力計型の方が有利であることは以上の経過によつても明らかである。したがつて、我々もこの教訓に従うつもりであるが、だからといつて、Bathy型のようなブルドン管型が最良のものだとは考えていない。そうしたことがいえるのは、かつて水温計のエレメントとしてのブルドン管とベローズ・スプリング型（以下ベローズ型と略称する）とを比較研究*したことが

---

* 漁船研究技報第10号、「圧力計型水温部の試作研究」

あり、その結果、前者は後者より耐振性において甚だしく劣り、指度の安定が得られない、ということがわかつているからである。(勿論この時の実験は指示式で行つたものであり、今回のような記録式では多少の相違もあるであろうが、大きな違いはないと思う)。今その結果を簡単に要約すると、ブルドン管型は船舶に生じる振動数の範囲内で著るしい共振現象がみられるばかりでなく、ベローズ型と同一条件の振動(全振中 1.0 mm, 振動数 1,000 c.p.m. 連続1時間)を与えた後の誤差は極めて大きい(ブルドン管型の 2°C 以上の狂いに対して、ベローズ型はわずか 0.1°C であつた)、という致命的とも思われる欠陥を示し、船舶用温度計としては不適確であると判断されたのであつた。これはブルドン管自体に剛性の少ないことが大きな原因なのであり、したがつて Bathy Thermograph といえども、こうした弱点をもつことはまぬがれない筈である。まして常時振動を受ける船上に保管され、使用に際してはとかく衝撃などを受けやすい状態であるからには、その精度に関しては極めて不安なものがあるといえるのではないかと思われる。

しかし、この反面には、ブルドン管型はその変位に対する封入液の容量変化が少ないため、感温部の容量がわずかですみ、time lag に関する限りベローズ型よりも有利だ、という特長がある。だから、比較的早い速度で沈降させながら計測する Bathy Thermograph が、ブルドン管型を採用しているのは当然のことともいえるのである。それならば、ベローズ型の使用は悲観的か、といえば決してそうではない。適当な設計をもつてすれば、かなり小さな time lag とすることは困難でないし、沈降速度を 0.5 m/s 程度で使用するならば、遅れの時定数 (time lag coefficient) を 1.0 s 程度にすることで、実用上何も支障を来たすことはないと思われるから、精度や耐振性に重点をおいてベローズ型を採用することにした。なお、温度のピックアップ方式が、液体膨脹式であることはいうまでもない。

ところで、深度計の方は計測最高水深を 150 m としたので、やはりベローズ・スプリング方式を採用するが、この場合 time lag はほとんど出ないし、精度や感度に関しても特に無理な条件はないから、ベローズの防蝕法さえうまく処理すれば、問題はないはずである。

記録法については、水深、水温両記録とも記録紙の全巾を使用して記録精度を上げたいわけであるが、構造的には両方の記録ペンを並列に配置する方が簡単であり、常識的でもある。しかし、そうなると記録精度は半減してしまうので、多少機構の複雑化を招いても両記録ペンを同心的に配置し、両方とも記録紙の全巾を使用できるようにした。したがつて、両記録ペンは同じ半径とするわけにいかないから、深度計を 36 mm, 水温計を 34 mm として、その間に 2 mm の間隔があくように考慮した。ただし、この方式だと両者の記録の識別が困難になるという懸念があるけれども、二つの曲線の性格には甚しい相違があつて、そうした問題の起る余地はないはずである。

以上述べてきたような点を考慮して、設計を行つたわけであるが、その際一応の目安とした諸元は次のようなものである。なお ( ) 内は試験結果による実測値である。

	〔A 型〕	〔B 型〕
水温計、計測範囲	−10°C～+30°C	0°C～+40°C
〃 許容誤差	±0.2°C(±0.1°C)	±0.2°C(±0.1°C)
〃 感度	±0,1°C(±0.03°C)	±0.1°C(±0.03°C)
〃 time lag coefficient	1.0 s (1.2 s)	2.0 s (2.2 s)
〃 許容範囲	−30°C～+50°C	−30°C～+50°C
深度計、計測範囲	0 m～150 m	40 m～100 m
〃 許容誤差	±1.0 m(±0.5 m)	±1.0 m(±0.5 m)
〃 感度	±0.1m(±0.05 m)	±0.1 m(±0.02 m)
〃 温度誤差 (10°C±20°C にて)	±1.0 m(±0.7 m)	±1.0 m(±0.7 m)
〃 許容最大深度	200 m	200 m
計測時沈降速度	0.5 m/s 以下	漁具の種類によつて異る
記録式送り速度	5 mm/min	1 mm/min
記録紙巾 × 長さ	30 mm×6,000 mm	30 mm×6,000 mm
連続記録時間	4 時間以上 (5 時間)	24 時間以上 (32 時間)
重量 (空中)	5 kg 以下 (3.95 kg)	2 kg 以下 (2.10 kg)
(水中)	4 kg 以下 (3.10 kg)	1 kg 以下 (1.15 kg)

2. 構造概要

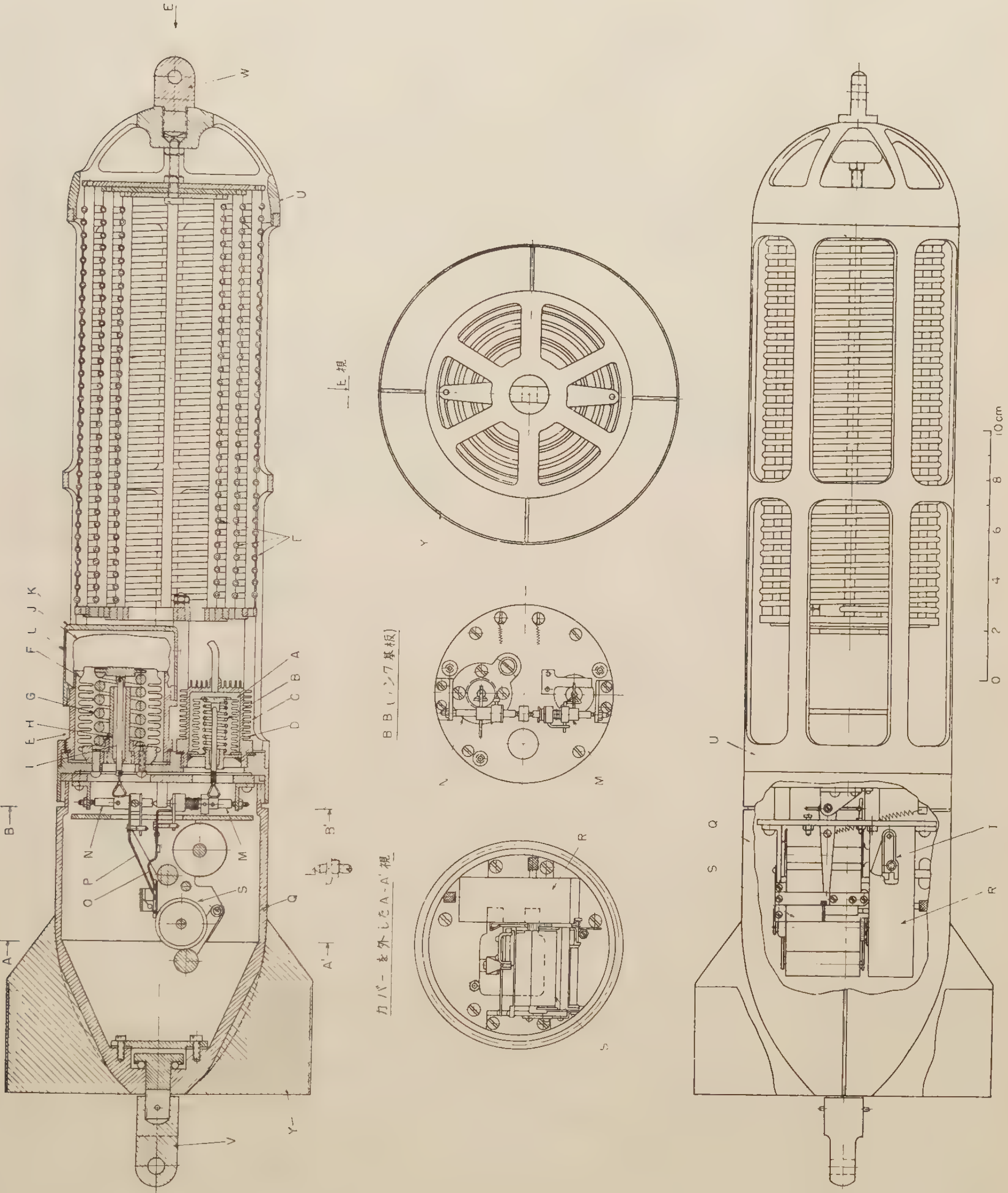
一般構造は、第1図および第3図に示すように、全長の約4割が毛細管感温部であり、その次に深度計のベローズ筒 E と水温計のベローズ筒 C とが配置され、それ以後が水密蓋 Q で覆われた記録部となつている。水密蓋はその周縁に、沈降中あるいは曳航中の方向を規正するための舵面がつけてあり、後端には自由に回転し得るフツク V を設けている。これは沈降用ものので、曳航用としては最前部に W が設けてある。本器の全長は 442 mm, 前後のフツクを除くと 385 mm で、直径は 83 mm というかなり小型のものである。

次に細部構造について述べるわけであるが、便宜上 (1)、水温計部 (2) 深度計部 (3) 記録部の三つに分けて述べることにしたい。

(1) 水温計部

前述のように計測範囲は −10°C～+30°C であるが、北洋や赤道地方での使用を考え、許容範囲を −30°C～+50°C(10°C±40°C) としたので、ベローズ関係もこの点を考慮して諸元を決定した。つまり計測範囲に対するベローズの変位を 3.5 mm(この数字については後述する) とすれば、許容範囲では 7 mm(±3.5 mm) の変位となるから、ベローズの長さは少なくとも 20 mm 以上を必要とする。一方 time lag を小さくするためには、ベローズの直径は小さいほどよいという条件がある。しかし、入手し得るベローズには自から制限があり、それに耐圧性などを考慮すると、今の所次のような諸元のものを使用するよりほかないようである。

材質	燐青鋼
外径	18.5 mm
内径	13.0 mm


E
W
U
F
K
J
L
F
G
H
E
I
A
B
C
D
B
B'
N
P
O
M
S
Q
A
A'
Y
E視
Y
BB（リンク基板）
N
M
カバーを外したA-A'視
R
S
10cm
0
2
4
6
8
U
S
Q
I
R

第 3 図　漁研型自記式水深水温計（A型）一般図

自由長	21.0 mm
有効面積	1.90 cm^2
山数	14
剛さ	0.217 kg/mm

このベローズに組合せたスプリングは剛さ1.02 kg/mmのもので、ベローズのそれのほぼ5倍もあり、組合せ後の剛さは1.237 kg/mmとなつている。こうして剛性を大きくしておけば、充分な耐振性を持たすことができるわけで、とかく大きな加速度をうけやすいこの種の計器にとつては大切な事柄である。

さて第2図において、*A*はベローズ、*B*はスプリングで、外筒*C*の中に組込まれている。外筒*C*は内径20 mmのもので、ベローズとの間には封入液キシロールが充塡してあり、その外周にはフインをつけて感温性をよくするようにしてある。その中央部に毛細管感温部*E*の端末が連結してあるのはいうまでもない。*D*はベローズの変位をとり出すロツドで、その先端はペン軸*M*のリンクに接触し、変位に応じて記録ペン0を回転させる。ペン軸*M*は特殊な構造であり、これについては記録部の項で述べることにする。

次に感温部についてであるが、ベローズ型の場合は変位に対する封入液の容量変化が大きいので、time lagの減少はすべて感温部の設計如何にかかつている。つまり、time lagは封入液の質量に比例し、感温部の表面積に反比例するから、ベローズ関係の諸元（有効面積と変位）と封入液が決定してしまえば、感温部の表面積を大きくとるよりほかにtime lagを減少する手段はないわけである。ところが、表面積は封入液量との関係によつて決めなければならないので、封入液量を決定するベローズの変位について、ちよつとふれておきたいと思う。

前記のように、ベローズの変位は計測範囲で3.5 mmとしたが、これは変換機構の拡大率（記録ペン半径とリンク半径の比）によつてきまるものである。というのは、リンク半径は機構の不安定を導かないため、4 mm程度におさえたいから、記録ペンの半径を34 mmとすれば、その拡大率は一応8.5となる。そこで計測範囲の記録巾を28 mmとして、ベローズの変位を求めれば、3.29 mmとなるわけである。こうした関係から多少の余裕をみて3.5 mmとしたのであるが、この変位量は精度の上では大きくとりたいしtime lagの点ではなるべく小さくしたい（変位に比例して封入液量が増加するから）のであつて、結局この程度が両者の妥協点としてよい所ではないかと考えたのである。この結果リンク半径は多少増加して4.25 mmとなる。

さて、ベローズの変位3.5 mmに対する封入液の容量変化は0.665 ccであるから、封入液をキシロール（膨脹係数≒1.0×10^{-3}/°C）として感温部の容量を求めれば、16.6 ccを必要とすることがわかる。この容量に対し、如何に大きな表面積を興えるかが、time lagの減少を決定するのであるから、残された手段は毛細管の直径とその長さとの配分しかないわけである。ところでtime lag coefficientは、さきに述べたように1.0s程度を目標としたので、毛細管の直径は1mmで充分としその長さを求めると、ベローズ筒の平均所要容積3.4ccを差引いてその

残りが毛細管に割当てられるから、総長は 16.9 m ということになる。毛細管には銅管（外径 2.0 mm）を用い、その構成は毛細管の全長にわたつて一様に水流があたるようにし、できるかぎり dead water の中に入らないように考慮した。実際には第2図 E のように、直径を異にする三重のコイルとしてこれを同心的に配置したものである。コイルの直径は外側より順次に 70 mm，55 mm，44 mm となつており、ピツチおよび捲数はいずれも 5 mm と 32 回で長さは 155 mm である。この感温部をつつんで外筐 U があり、その頭部と側面には水流をさまたげないように充分な面積をもつた窓があけてある。

(2)　深度計部

深度計は、計測水深が比較的浅いので、精度が高くて安定性のあるベローズ・スプリング方式を用いることにしたのは既述の通りであるが、その諸元は、記録に必要なトルクとの関係を考慮して決定した。中でも重要な変位は、計測水深 0～150 m で 5 mm となるようにしたので、これに組合すスプリングを含めての諸元は次の通りである。

（ベローズ）		（スプリング）	
材質	燐青鋼	材質	発条鋼
外径	33.0 mm	線径	4.2 mm
内径	22.0 mm	コイル径	15.3 mm
有効面積	5.9 cm^2	自由長	29.0 mm
自由長	30 mm	有効捲数	4.0
山数	10	剛さ	17.3 kg/mm
剛さ	0.7 kg/mm		

これによつて、組合せ後の剛性は 18.0 kg/mm という大きなものとなり、振動や衝撃に対する安定性は極めて大きい。また制御スプリングとベローズの剛さの比は 24.7 となるから、深度計の特性は一にスプリングに左右されることになるわけであり、その材質や特性には充分な吟味を加えている。

ところで本器のような使い方をするものは、実際の使用にあたつて計測範囲を越す怖れが多いと思われる。そこで、そのような場合でも深度計を損傷したり、こわさないまでも精度を低下させたりしないように、簡単な安全装置を設けている。これは第3図でみられるような円筒 H であつて、ベローズ F、制御スプリング G という組合せの中にあり、水深が 150m 以上になつた時、ベローズの底板が H にあたつてストツパーの役目をするのである（但し最高深度は調整可能）。したがつて、スプリングにはそれ以上負荷のかかる心配はないけれども、ベローズはそまま深度圧をうけるので、その耐圧限度以上の深度まで沈降させることは避けなければならない。このベローズは公称耐圧 20 kg/cm^2 であるから、およそ 200 m が本器の許容深度ということになる。

つぎはベローズの防蝕法についてである。材質は燐青銅であるから、海水に触れると腐蝕しやすいのは当然である。それを防ぐため、ベローズの外周に薄いポリエチレン製の袋 J をかぶ

せ、その中にシリコンオイルを充填し、これらを介して水圧がかかるようにした。ポリエチレン製の袋 J の上には、これを保護するための蓋金物 K があり、その側面に受圧口 L をあけて深度圧を受けるようにしてある。

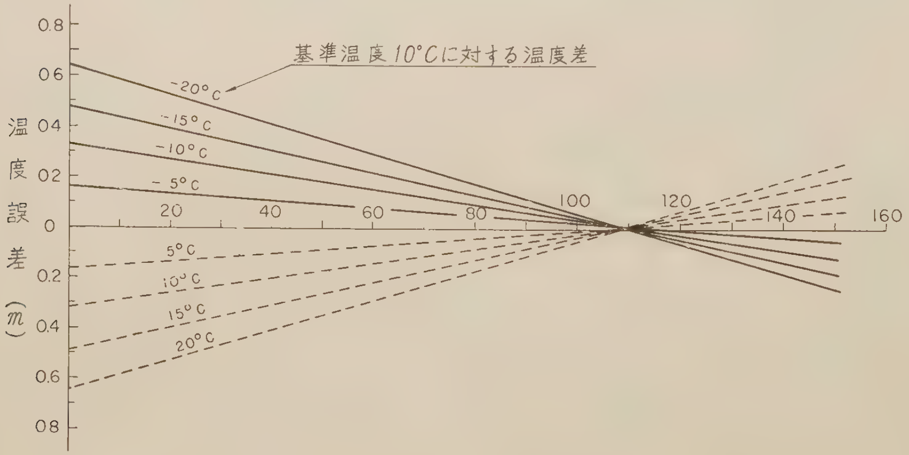
さてベローズの変位は、ロッド I 及びリンクによつて回転軸 N に伝達され、これにつけられた半径 36 mm の記録ペン P（水温計のそれよりも 2 mm 大きい）を回転して記録紙に記録する。この場合、ベローズの変位は 5 mm, 拡大率は 5.6, リンク半径は 6.43 mm という関係寸法になつている。

温度誤差に対しては別に補正装置を設けていないが、この形式の深度計の温度誤差に関しては、既に「漁船研究技報」* で報告したようにその主なものはつぎの二つである。

（i）　制御スプリングのヤレグ率の温度変化によるもの

（ii）　記録部筐内空気圧の温度変化によるもの。

詳細は「漁船研究技報」を参照して頂きたいが、ともかく（i）は温度差の正負によつて誤差の方向が反対となり、水深に比例して増大するし、(ii) は温度差の正負に関しては（i）と同様で（但し方向は反対）、水深には無関係に一定の誤差を生じるのである。したがつて綜合的には、(i), (ii) は打消しの関係にあり、これを計算してみると第 4 図のようになつて、結局 10°C± 20°C の範囲では、実用上その誤差は問題とならず、特に補正装置を必要としないのである。



第 4 図　深度計の温度誤差（計算値）

(3) 記録部

記録部は水密蓋 Q の中にあり、記録紙の送りはゼンマイ時計 R 及び送り機構 S によつて行われる。これは過去に試作した「底曳網綱高さ計Ⅲ型」「自記式深さ計」「自記式速度計」「自記

---

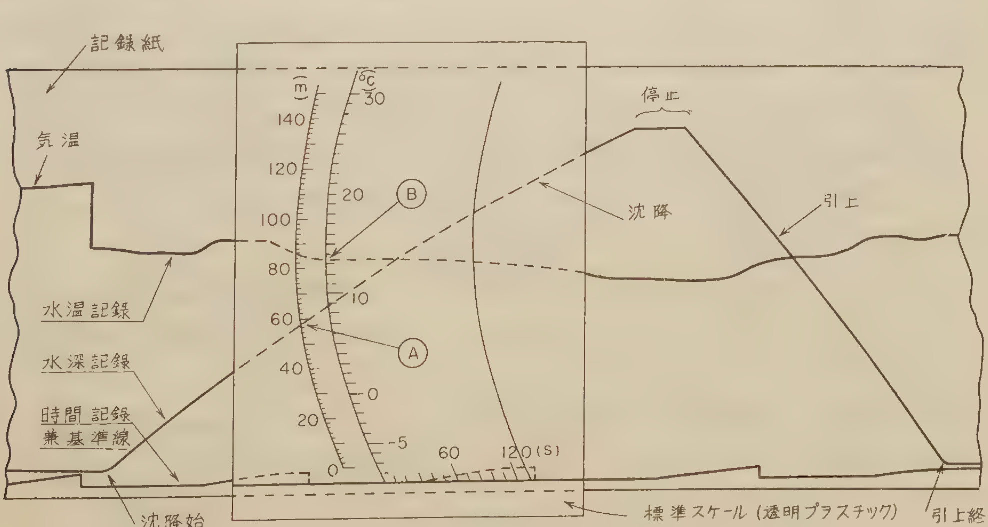
* 漁研技報第 11 号,「自記式鮪延縄用深さ計による鮪延縄漁具の水中に於ける形状その他についての二三の考察」

式張力計」等に用いたものと殆ど同じ構造である。ただし、本器は沈降速度との関係で送り速度が早く、5 mm/min (上記の各計器はいずれも 1 mm/min) としているので、時計の一部を改造して速度を上げている。このために起動性が悪くなつた傾向があり、それを補う方法としてクランプ装置 T には、外すと同時に起動作用をするような始動機構をつけ加えてある。なお時計の連続記録時間は 5 時間である。

記録紙は巾 30 mm, 長さ 6 m のスクラッチペーパーで、前記諸計器用と全く同規格のものを使用し、互いに流用し得るようにしてある。(ただし、送り速度が早いので一捲で 20 時間分ということになる)。

温度計の記録ペン 0 は計測範囲 (−10°C～+30°C) で記録紙の全巾を使用しているので、これ以上の低温や高温に対してはペンの動かないことが必要である。つまり、計測範囲外におけるベローズの変位によつて、ペン軸を廻転してはならないのであつて、これはどちらか一方だけならば極めて簡単であるが、高温、低温の両側にエスケープさせるとなると、簡単に解決することはむずかしくなる。結局、低温側はリンクにストッパーがあたるような簡単なものとし、そうなると高温側は単純な逃げ機構を用いることができないので、ペン軸 M を二重軸として、30°C 以上となつた場合は記録ペンがストッパーで停止され、ベローズのそれ以上の変位はペン軸のみを回転して逃げるというようにした。この機構はやや複雑であるが、作動は極めて安定であり、製作以来今日に到るまで何らの不安も感じていない。深度計の方は、起動点が 0 であり、上限はベローズ自体がストッパーで停止されてしまうから、記録ペンには何らの制限装置も設けていない。

ところで記録ペンは、深度計用が半径 36 mm, 水温計用が 34 mm だから、記録紙の送り方向に対して 2 mm のズレをもつて記録を行うことになる。そして記録紙は沈降中は勿論のこ



第 5 図　標準スケールを使用する記録解読法の説明図

と、引上げる時も送られているから、一回の計測では第5図に示すような記録がとれるわけである。この往復の水温記録のうち、どちらをとるかが問題であるが、海況が変らず time lag が全く無ければ同じ記録がとれるはずである。しかし、本器の場合1秒程度の time lag coefficient（実測値は 1.2 s）で設計してあり、多少の遅れ誤差はまぬがれない。そこで往復の記録のうち、速度（沈降又は引上げ速度）の遅い方を使うようにすればよいであろう。この記録紙をマイクロリーダーにかけ、おなじ第5図に示すような水深と水温とを一緒に目盛つた標準スケールをあてて、所要深度に深度目盛（たとえば図中のA）をあわせ、その時温度目盛と水温記録とのクロスした点（同じく図中のB）を読めば、それが求める深度の水温である。勿論この反対に、所要水温からその点の深度を知ることもできるわけである。

記録ペンのペン先は先端半径 1/1,000 吋のサフアイヤ針であるから、記録線の巾はわずか 2/100～4/100mm であり、7～8 倍のマイクロリーダーを用いれば深度は 0.2 m，水温は 0.1°C までの読取りが可能である。これによつて通常のペンとインクによる記録法よりもはるかに小型でありながら、より精密な計測ができるのである。

3. B型について

B型はさしあたつて底曳網用としたので、深度計の計測範囲が 30 m～100 m という特殊なものとなつている。むろんこれは、使用目的によつて適宜変更し得るものである。一般構造は第6図に示すように、A型とは外形と感温部の相違が眼立つわけであるが、それらの相違点を列挙すると次のようである。

（i） 外筐の直径は 83 mm で変りないが、全長は 382 mm，前後のフツクを除けば 350 mm で、A型よりも約 40 mm 短くなつている。

（ii） 外筐関係の金物はすべてヒドロナリユウムを使用して軽量化をはかり、しかも最前部の構造を変更してここに空気室を設け、より一層水中重量を軽くするようにしている。この結果、空中重量は 2.10 kg、水中重量はわずか 1.15 kg しかない。

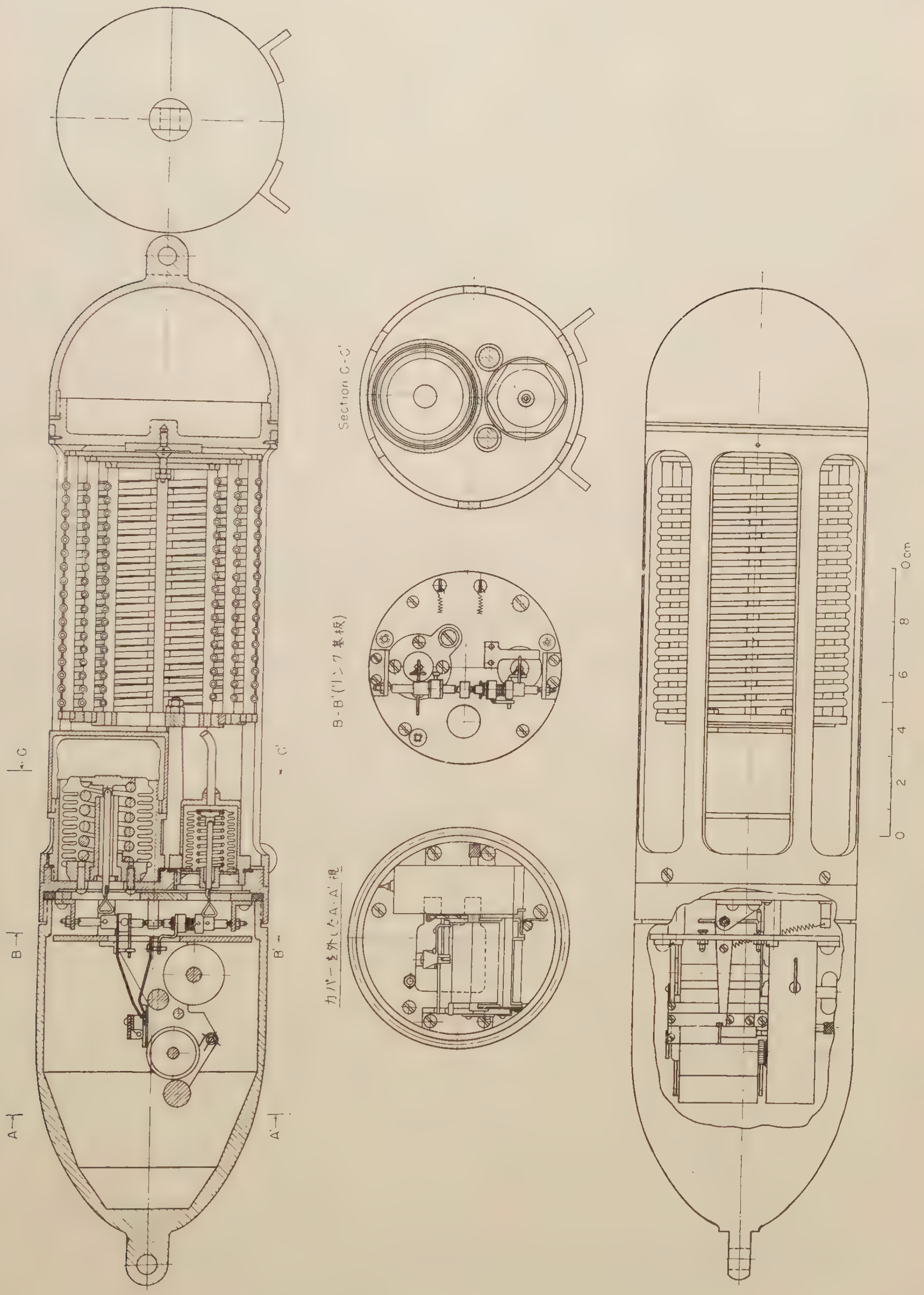
（iii） A型にあつた方向規正用の舵面は、漁具用としては不要であるから設けてない。

（iv） 水温計の計測範囲は 0°C～40°C であるが、構造的な変更はなく、ただ time lag の関係で感温部などが多少異つているだけである。

（v） time lag はA型の2倍程度を目標としたので、感温部の毛細管は、内径 1.5 mm, 全長 8.82 m とし、ベローズ筒のフインも抄略している。実測の結果、time lag coefficient は 2.0 s であつた。

（vi） 深度計は、最高計測深度が 100 m なので、ベローズはA型と同じであるが、制御スプリングはその剛性を 50% ほど低くとつてあり、その諸元は次の通りである。

線径	3.75 mm
コイル径	16.75 mm


Section C-C'
B-B'(リンク基板)
カバーを外したA-A'視
C
C'
B
B'
A
A'
0
2
4
6
8
0cm

第 6 図　漁研自記型式水深水温計（B型）一般図

自由長	27.0 mm
有効捲数	3.7
剛さ	11.4 kg/mm

したがつて、ベローズと組合せた後の剛さは 12.1 kg/mm となつている。

(vii) 記録紙の送り速度は 1 mm/min で、A型の 1/5 となつている。その代り、記録紙は 100 時間分となり、連続記録時間も 30 時間以上である。

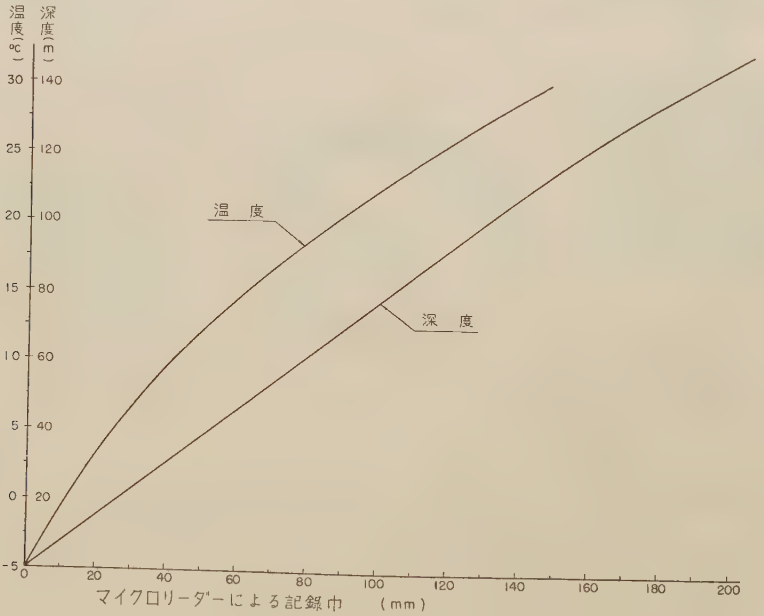
(viii) 深度計は計測範囲が狭いので、A型よりも記録巾と深度との割合が大きく、1m あたりで約 2.5 倍となつており、それだけ読取精度がよくなつて、0.1 m の読取は楽である。

以上のような点がA型との相違であり、ほかに特に変つた所はないから、B型についてはこれ以上触れないことにする。

4. 試験結果

(1) 精度試験

深度計の精度は、調整後に圧力計試験機を標準器として、0 m～150 m の範囲を 10 m 毎の step で循環試験を行つて求めた。その結果、ヒステリシスは 0.5 m 以下で、感度もまた 0.05 m は充分にあるという、目標以上の極めて良好な成績であつた。精度は、循環試験記録の平均値をとつて標準スケールを作成したので、±0.3 m 以内ということになる。もちろん、これは温度変化がない場合のことであるが、たとい温度変化があつたとしても、その誤差は前述のように ±20°C の変化に対して最大 0.7 m 程度である。しかも、これは 0 m におけるもので、以



第7図 深度及び温度特性 (A型)

下 110 m までは深度の増加に反比例して減少するから、最悪の場合でも 1.0 m 以上の誤差は生じないわけである。ともかくこの程度の精度や感度ならば、A型の使用条件を考えた場合、その特性としては充分すぎるといつてよいであろう。

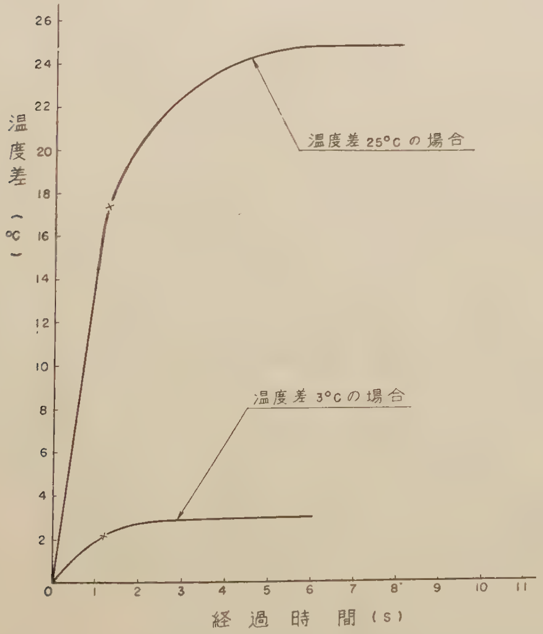
水温計は、標準水銀温度計と比較しつつ、−5°C～+30°C の範囲について 5°C 毎に check した。ただし、設計では計測範囲を −10°C～+30°C としていたが、調整の際低温部はそれほど必要でないと考えたので、その下限を −5°C に変更し、同時に低温部の記録巾をつめるように調整した。したがつて、水温計の特性は第7図のように曲線的なものになつている。標準スケールは、この実測記録から作成したので、計器としての精度は ±0.1°C 以内としてよい。

⑵　振動試験

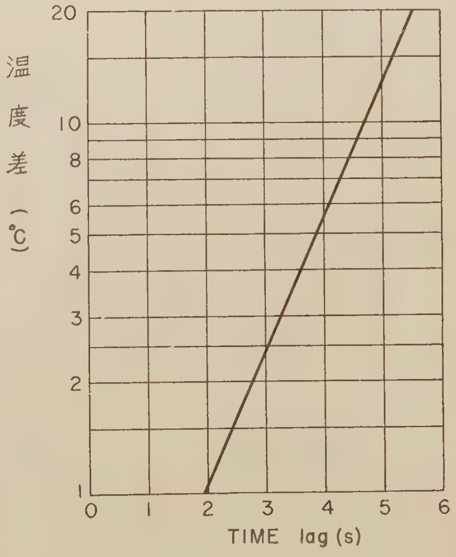
振動試験については、記録紙を送つて深度と水温の両方を記録させながら、振巾 1.0 mmで、振動数を 400 c.p.m. から 1,500 c.p.m. までゆつくり連続的に変えて、両記録に振動の影響があるかどうかを調べる、という方法をとつた。その結果両記録には、いささかの振動の跡も認められず、本器の耐振性がいかに大きいものであるかを立証したのであつた。これは、深度計も水温計も共に剛性の高いベローズ・スプリング方式なので、当然なことに違いないが、記録紙と記録ペンとの摩擦による damping 効果が手伝つていることも確かであろう。

⑶　水温計の遅れ（time lag）試験

この試験は、温度差 3°C と 25°C の二つの場合について行つたが、その結果は第8図のようであり、time lag coefficient は 1.2 s となつた。これは設計値 1.0 s よりもやや大きい価で



第8図　time lag 試験



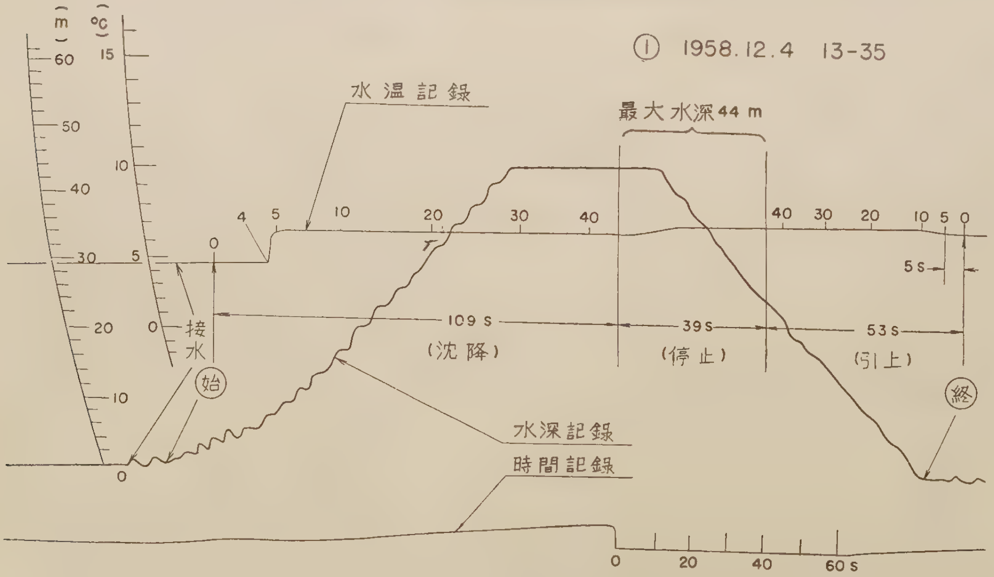
第9図　温度差と time lag の関係
（ただし time lag coefficient 1.2 s, 遅れの誤差 0.2°C の場合）

あるが、この程度ならば次のような推定によつて、実用的にはまずさしつかえないと判断される。つまり、遅れによる誤差を 0.2°C まで許すとして、いろいろな温度差に対する time lag を計算すると、第9図のようになつて、温度差 1°C の場合で 1.9 s, 2°C の場合で 2.8 s というわずかなものでしかない。この程度で follow すれば、沈降(又は上昇)速度を所定の 0.5 m/s 内外に保つことによつて、1 m ぐらいの温度の躍層は、ほぼ確実にとらえられることになる。したがつて、time lag を余り懸念する必要はないが、より一層の向上を目指して、現在製作中の改良型では、time lag coefficient が 0.5 s 以内となるように設計変更を行つている。

(4) 実地試験

本器の実地試験は、1958年12月初旬、黄海水域で行つたのが最初である。その位置は大略、緯度 36°40′N, 経度 123°5′E の附近である。海況その他詳しいことは本書の 101～2 頁を参照されたい。この時の測定記録は第10図～第14図(記録は写真版では不鮮明なので凸版にした)に示すようなものであつて、日時その他と図との関係は下記の通りである。

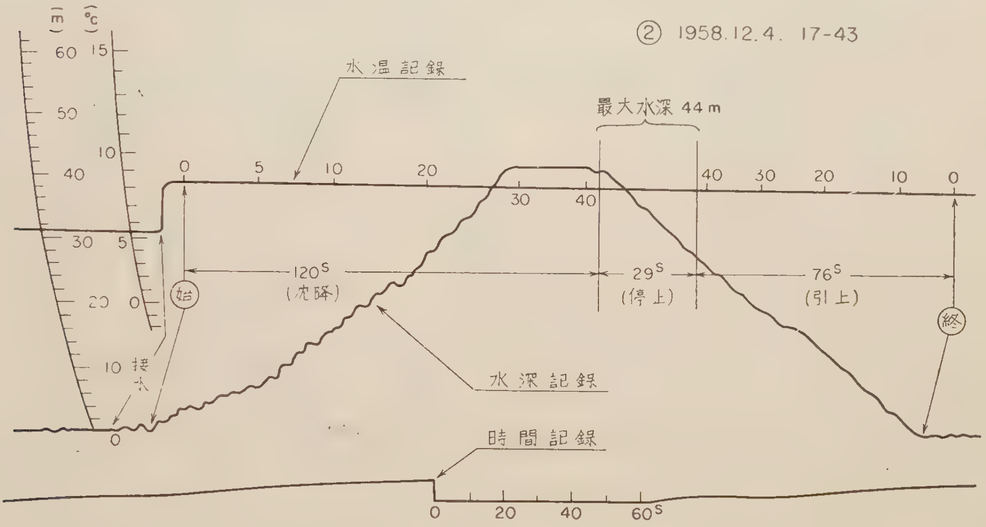
計測 No.	月　日	時　刻	気　温 (°C)	計測所要時間	平均沈降速度 (m/s)	平均引上速度 (m/s)	図番号
		h m		m s			
①	12. 4	13—35	4.7	3—21	0.40	0.83	第10図
②	〃	17—43	5.3	3—55	0.37	0.58	第11図
③	12. 5	10—10	9.8	2—23	0.72	0.97	第12図
④	〃	13—45	9.4—10.2	2—33	0.75	0.57	第13図
⑤	〃	15—30	5.0— 7.7	2—04	0.88	0.75	第14図



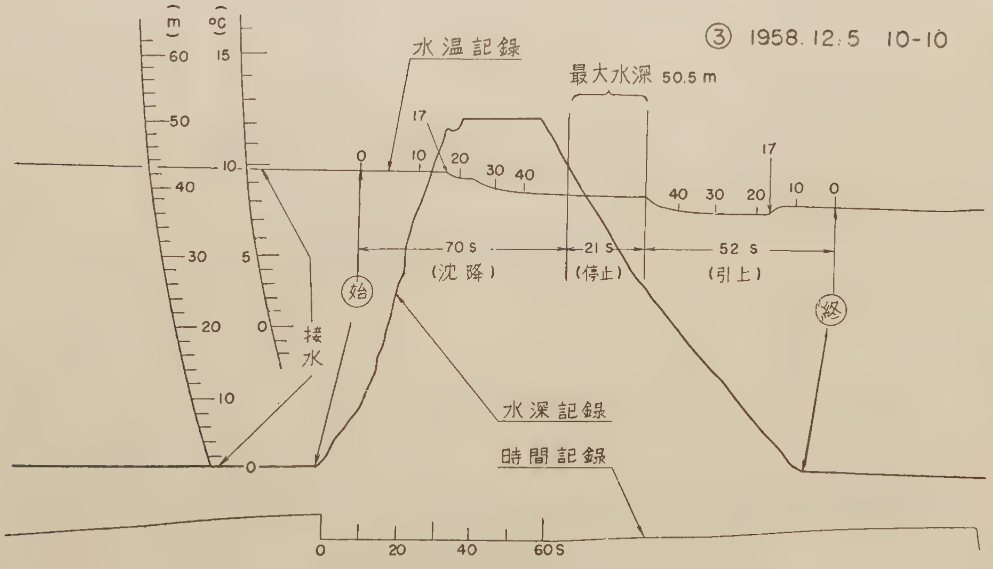
第10図 計測①の記録

(註. 水深、水温、時間の3記録以外の文字、数字、目盛等は、わかりやすいように記入したもの、また水温記録に添えた数字は水深(m)である。以下計測(2)～⑤まですべて同じ。)

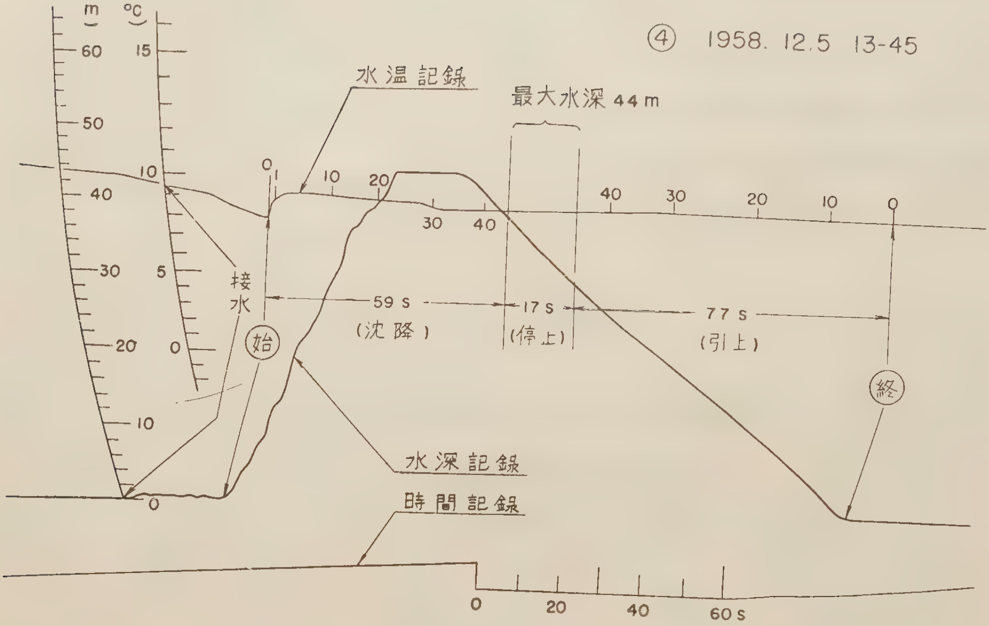
この記録を水深と水温とのグラフに書改めてみると、第 15 図～第 16 図のようになる。これをみてすぐ気がつくことは、②③④の性格と①③のそれとの間には著るしい相違があるということである。そこで考えるのは、かりに計測時間中の水温分布に変化がないとすれば、沈降時と上昇時の記録は完全に一致するはずであり、今回のように計測が短時間（2 分～4 分）で行われている場合などには極めて多いケースだと思われる。ところが上記 5 例のうち、ほぼこれに概当するのは、②⑤の 2 例しかなく、ついで④がこれに近いという結果である。この 3 例



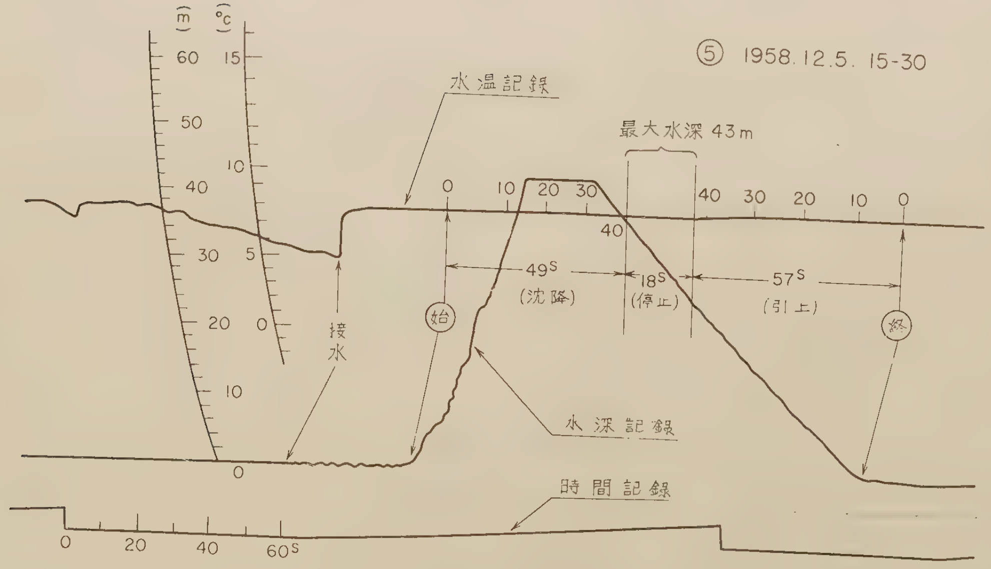
第 11 図 計 測 ② の 記 録



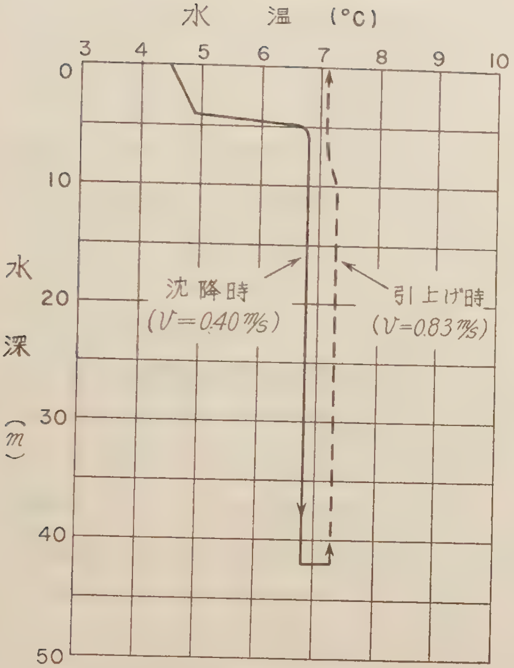
第 12 図 計 測 ③ の 記 録



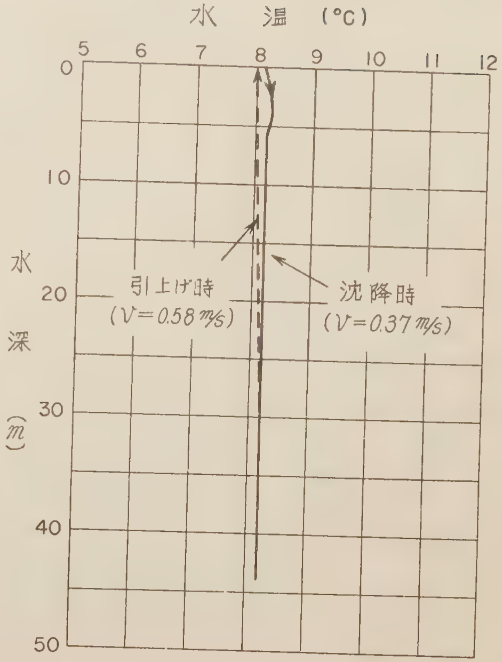
第13図 計測④の記録



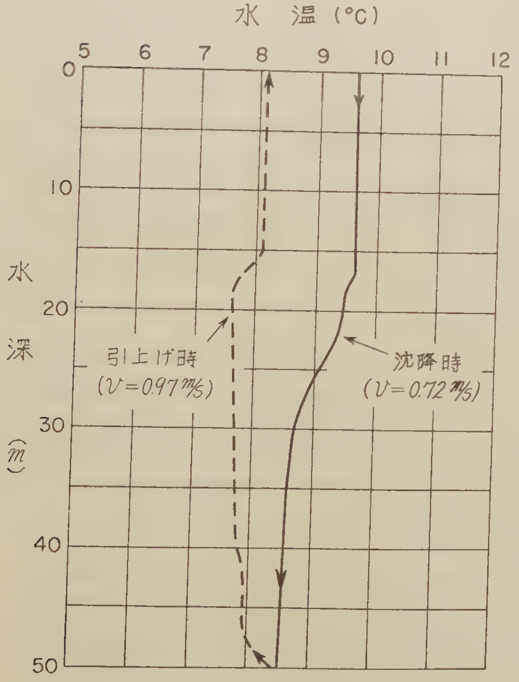
第14図 計測⑤の記録



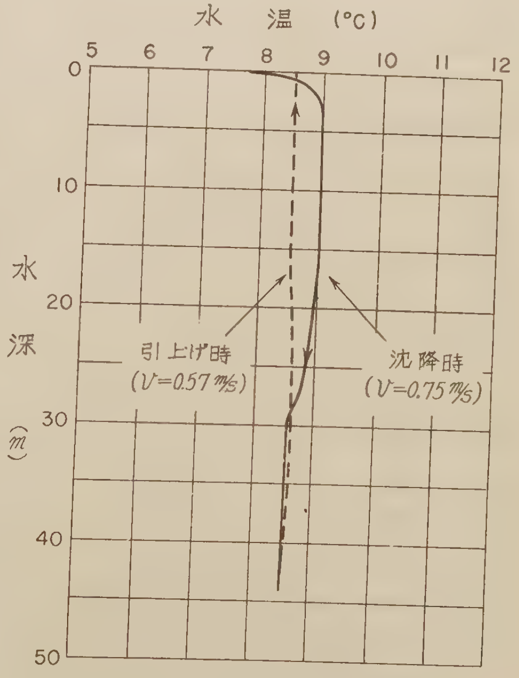
第 15 図　計測①の水深—水温曲線 (*v* は沈降又は引上げ時の平均速度)



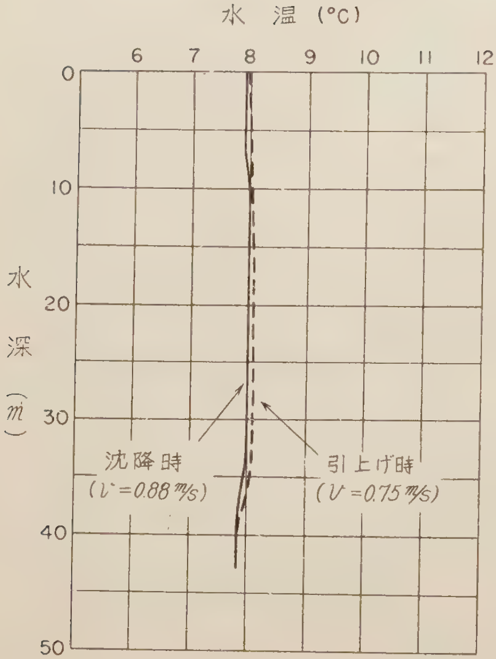
第 16 図　計測②の水深—水温曲線



第 17 図　計測③の水深—水温曲線



第 18 図　計測④の水深—水温曲線



第 19 図　計測⑤の水深—水温曲線

は一応問題ないとしても、①と③とはちよつと考えられないようなズレがあつて、ともすれば水温計の time lag によるものと即断されそうな現象である。しかし、温度変化とその時間的推移との関係を調べてみると、そうしたものではないことがはつきりするのである。

そこで、再び第 10 図の計測①の記録にもどつて、温度と時間との関係をみることにしよう。記録に記入した水深、水温、時間の各スケールによつてわかるように、水温は 4m から 5m の間で 1.9°C の急激な上昇を示しており、これを 3s 以内でとらえている。この時間はさきに述べた time lag の計算値にほぼ一致していて、本器の機能に異常のないことを証明している。ついで 6m から 44m に達するまでは、88s も要していながら 6.8°C constant で全く変化がない。それにもかかわらず 44m で 39s 間放置(停止状態のこと)している間に、徐徐にではあるが 7.3°C まで上昇した。このように、停止時間中においての温度変化を記録したのは、5 例中ただこの①のみであり、しかもその温度差（0.5°C の上昇）と停止時間の長さを考えると、これを水温計の time lag に結びつけることはとうてい不可能である。となると、44mm に達して放置し始めた頃にちようど温度の高い潮流がきた、とでも解釈するよりほかなさそうである。つぎに引上げの場合は、44m より 10m までに 42s を要し、この間 7.3°C で全く変化がなく、それより海面に至る間に 0.2°C 低くなつて 7.1°C を記録している。結局、はじめの表面水温 4.5°C とは、わずか 3.4 分ばかりの間に 2.6°C も変化してしまつたということになる。そこで、これが time lag によるものかどうかをみるために、かりに表面附近の水温には変化がなかつたとしてみよう。そうすると、5m から表面までの引上げには 5s かかつているので、水温計にはもとの 4.5°C に戻る余裕が充分にあるわけであり、2.6°C のズレと time lag とは無関係であることがわかる。したがつて、現実にはやはりこうした水温の急変現象があつた、とみるのが妥当なのではあるまいか。

以上のように、いずれの場合をとつてみても①の記録には、time lag による異常と認められるものはないのであつて、それは計測③の記録についてみても全く同様である。ただこの場合、①とはかなり性格の異つた温度変化であり、第 12 図の記録の時間的推移をみてゆくと、表面から 17m までは 9.6°C で変化がなく、それからやや不規則な低下を示しつつ 20m では 9.4°C、 30m では 8.65°C, 35m では 8.5°C となり、以後最大水深 50.5m に至る間はごく僅かな 0.1°C の低下（この間 15s）を示して 8.5°C に達している。ここで 21s 間放置しておいたけれども、この間少しの温度変化を示さず、そのくせ引上げ始めると同時に低下が始るという奇妙な現象がみられる。以後緩慢な変化を示しながら 17m までくるが（この間 8.5°C から 7.6°C までさがり、その所要時間は 33s)、ここで少し急激な温度上昇 (3s 間に 0.5°C) があつて 8.1°C となり、以後はそのまま表面まで同温で変化がない。この結果、表面水温の始めとの差は 1.5°C で、①よりも少ないが、その時間は 2.4 分という短時間である。しかし、この場合も①と同様に time lag によるものでないことは明らかであり (③は①よりも沈降速度および引上げ速度がはやいけれども、これによつて time lag の問題が左右されるほどのことはない)、こうした水温の急変があつたことは疑いないであろう。また引上げ開始と同時に温度低下が始る現象は、あたかも水温計に摩擦があつて、引上げ開始のショックで記録ペンが動き始めたかのようにみえる性質のものである。ところが、本器にそうした摩擦誤差があつたならば、35m から 50.5m の間でわずか 0.1°C を linear に変化する、という極めて微妙な温度傾斜を記録するはずがないし、同じような性質の記録は、他の計測記録①,②,④,⑤にも現われている。これに加えて①が、停止時間中のわずかな温度変化を記録した、ということなどもあつて、これらの記録からは、摩擦による誤つた現象はみられないのである。そうなると、引上げと同時に起る水温低下は、偶然この時に低温の潮流がきたものと考えるよりほかなく、もう少し放置しておいたならば、①と同じような停止中の温度変化を記録したに違いないと思う。したがつて、①と③とは異つた傾向を記録しているものの、本質的には似たような海況というべきであり、わずかな時間のズレでこうした相違を示したにすぎないものと思われる。

以上によつて、往復の水温記録に著るしい喰い違いが現れても、それは水温計の time lag や摩擦誤差などによるものでないことはわかつたと思う。だからこの記録で判断する限り、この時期の実験水域（黄海）の水温変化は、かなり急激に起るものであることが考えられ、計測を頻繁に行う必要性が痛感されるのである。ただし、これはあくまで本器の機能に異常がなかつたとしてのことであり、万一何かの故障があつて、こうした短時間における水温変化を記録したのであつたとすれば、以上の観察の一切が nonsense なものとなつてしまう。しかし、これらの記録には前記のように、time lag にも感度の点にも疑問の余地はないし、この実験以来、今日に至るまで約1年間を経過しているが、何らの異常も認められず、そうした accident があつたとは考えられないのである。

むすび

今回試作した自記式水深水温計は、各種の試験を行つた結果、概ね設計目標以上の性能を示し、一応足すべきものと判断された。これならば Bathy-thermograph よりも高い感度と精度とをもつて計測できるばかりでなく、上記実験例のような水温変化の時間的経移がとらえられ

るので、極めて好都合であり、さらにこれを曳航して水温の水平分布を計測すれば、いわゆる潮目の発見なども容易になるのではないかと思われる。

B型の試験結果については、全くふれなかつたが、time lag 関係以外はすべてA型と同様で、設計目標を充分に満している。またその応用範囲はすこぶる広いと思われるのであつて、たとえば、底曳網漁業に例をとつてみても、本器をなるべく多数の船にもたせて記録をとり、それを集めて位置、漁獲量、魚種、季節、時間、等との関係を調べれば、学術的にも技術的にも利するところは大きいということになろう。他の漁業についても同様な利用法が考えられ、A型のように漁法に直結こそしていないが、漁業技術の向上にはA型以上に役立つのではないかと考えている。

なお、精度や感度を始めとしてほとんどが設計目標以上なので、特に改良すべき点というものはないけれども、A型の time lag coefficient だけは小さいにこしたことはないので、現在の 1.2s が 0.5s 以内となるような改良型を製作中であり、試験結果さえよければ、今後これを標準型とするつもりである。

最後に本器の試作に終始御協力頂いた柳計器株式会社、新発田新三郎、佐藤理両氏に対して深く感謝の意を表するものである。

1 艘曳式中層曳網の曳網中における網成りの測定とⅠ,Ⅱ型遠隔式中層曳網深度測定装置の設計試作並びにその実用試験結果について

葉室親正　石井謙治

The Measurement of Shapes of One-boat Trawl Nets Operated in Mid-water Layer and the Catch Results with the Aid of the Depth Telemeter Trially Manufactured

Chikamasa Hamuro & Kenji Ishii

ABSTRACT

Since December 1957, in the waters off the coast of Wakkanai, Hokkaido, we have been engaged in the measurement of the shapes of one-boat trawl nets operated in mid-water layer with meters of various types. We have succeeded in testifying both merits and demerits of each shape. On the basis of the data so far obtained, in October 1958, we manufactured for trial depth telemeters to be used for mid-waters trawl nets, which are helpful to this type of fisheries. The main capacities of the apparatus are as follows:

Depth measuring range	8～130 m
Frequency of ultra sonic wave	200 kc
Effective range of horizontal	1,000 m

The operation of the depth telemeter may be summarized as follows:

The follows inside the dispatch are deformed by the water pressure and the pen connected with the follows is moved on the drum which is rotated with constant velocity. The surface of the drum is settled in the conductor with breadth in proportion to the depth. Ultra sonic wave of 200 kc is dispatched every moment in proportion to the depth. On the towing warp (Fig.) there is set the receiver, which receives the ultra sonic wave. The meter is set in the bridge point of a fishing boat, and it ragisters the depth of nets in several water layers.

With this apparatus, we have succeeded in the experimental operation of one-boat mid-water trawling in the prawn fishing grounds in the Yellow Sea and in the cold fishing grounds off the coast of Wakkanai. The catch results of the operation were found to be 10～30 times over those by the ordinary otter trawling.

目次

緒言
概要
A. 1艘曳式中層曳網
1. 大型模型網実験
(i) 実験の概要
(ii) 漁具の大要
a) 網漁具
b) Otter Board
c) Depressor
d) 曳索
(iii) 記録値並びに曳網中の漁具の側面，平面形状
(iv) 解析
2. 実物網実験
(i) 実験の概要
(ii) 漁具の大要
a) 網漁具
b) Otter Board
c) Depressor
d) 曳索
(iii) 記録値
(iv) 解析
a) 記録値より作図した全漁具の側面形状についての考察
イ 曳索の形状及び網の深さについて
ロ 各操法下における Otter Board と網の運動状態
① Otter Board と網との水深変化
② 増速時の Otter Board と網との運動状態
③ 減速時の Otter Board と網との運動状態
④ 曳索伸長時の Otter Board と網との運動状態
⑤ 曳索短縮時の Otter Board と網との運動状態
⑥ 揚索時の Otter Board と網との運動状態並びに Flapper の必要の有無
ハ 揚索の方法

ニ　網の水深を任意に調整する場合の具体的方法
ホ　Depressor の性能
ヘ　網内外の流速差
ト　網成りについて
  ①　上，下支点の水平方向のズレが網成りに及ぼす影響
  ②　上，下 Sweep line 伏角の網成りに及ぼす影響
  ③　上，下 Sweep line 長の差が網成りに及ぼす影響
  ④　脇淵網の彎曲状況及びそれが及ぼす網成りの変化
  ⑤　網末端（Cod end）の水深と網口中心水深との差異が網成りに及ぼす影響
  ⑥　Head rope のとる側面傾斜
  ⑦　Ground rope のとる側面傾斜
  ⑧　網各部の上下振揺

b)　記録値より作図した全漁具の水平面形状についての考察
イ　曳索の形状について
ロ　Otter Board と網口の広さとの関係
ハ　Otter Board の展開性能
ニ　網成りについて
  ①　Sweep line 及び筋縄のとる形状
  ②　脇網のふくらみ
  ③　Head rope のとる彎曲線
  ④　Ground rope のとる彎曲線
  ⑤　上下網と左右網の対称及び非対称性について
  ⑥　最も破網の恐れある部分

c)　綜合結果
イ　Otter Board について
ロ　Sweep line について
ハ　Depressor について
ニ　網について
ホ　浮子及び沈子について
ヘ　曳網速度について
ト　網の水深調整について
チ　揚索時について

3.　本漁具使用時の最も良い附帯条件の考察

（i） Otter Board 間隔及び網口幅

（ii） 上，下 Sweep line 長

（iii） 浮子，沈子の適量及び網口展開のための主たる構成

（iv） 曳索長と網の水深比をソ連並みの 1/3 ～ 1/4 とする

4. 副漁具についての考察

（i） 船の艤艛

（ii） 投揚網及び曳網の操作法

（iii） 機関及び附属装置とそれらの遠隔操縦装置

（iv） 中層曳網漁業に必要な測定器類

a） 網の深さの遠隔指示装置

b） 水深水温計

c） 張力計

d） 魚群探知機

B. 2 艘曳式中層曳網

（i） 実験の概要

（ii） 漁具の大要

（iii） 記録の例

（iv） 解　析

C. 漁研型遠隔式中層曳網深度測定装置

1. I 型

（i） 原　理

（ii） 構　成

2. II 型

D. 漁研型遠隔式中層曳網深度測定装置を使用しての操業試験結果

（i） 1 艘曳式中層曳網による黄海での大正蝦漁の実験

a） 実験の概要

イ） 期　日

ロ） 場　所

ハ） 実験船

ニ） 海　況

b） 漁具の大要

c） 測定器類とその配列

d） 遠隔式中層曳網深度測定装置の装着要領

e） 実験結果

イ）　曳網試験の経過
ロ）　漁具の形状
ハ）　魚群（大正エビ）記録と網の掃海層と漁獲との関係
ニ）　中層曳網と Otter trawl による漁獲との比較
ホ）　漁場の水温
(ii)　1艘曳式中層曳網による鱈漁の実績
E.　1艘曳式曳網（Otter trawl 網並びに中層曳網）の操業時の曳船と網との運動する軌跡について
1.　曳索と船首尾線とのなす交角，交点及び曳索張力変化による当舵量
(i)　理論の概要
(ii)　大和丸による計算値
2.　曳網開始直後からの曳船と網との運動する軌跡
(i)　無風，無波，無潮流の場合
(ii)　潮流ある場合
a)　潮流が 0.5 kt ある場合
b)　潮流が 1.0 kt ある場合
c)　潮流が 2.0 kt ある場合
(iii)　風だけある場合
a)　偏流速度
b)　最終偏流速度を得るまでの時間
3.　曳網中における船尾形状と曳索との関係による船首旋回力の増減について
(i)　両曳索中心線が船首尾線と平行になる場合
(ii)　両曳索中心線が船首尾線と −3° になる場合
(iii)　両曳索中心線が船首尾線と −4° になる場合
(iv)　両曳索中心線が船首尾線と −6.5° になる場合
(v)　両曳索中心線が船首尾線と −10° になる場合
4.　曳網針路と風向(速)、潮流向(速)とによつての網成りの特性
(i)　潮流だけある場合
(ii)　風だけある場合
a)　船首附近から風を受けて曳網する場合
b)　正横附近から風を受けて曳網する場合
c)　船尾附近から風を受けて曳網する場合
5.　船尾曳網の場合
6.　操業法

(i)　曳網開始後（又は変針後）ある時間経過した後は船首方位とある角度（θ_1）を持つた線上を曳船，網ともに直進する
(ii)　曳網線は船首方位と必ずしも一致しない
(iii)　魚群探知機による捜索範囲
むすび

緒　　言

1948年 Denmark の R. Larsen が2艘曳式中層曳網の漁具漁法を発表してから，漸次諸外国においても研究が盛んとなり、今日数々の文献が照会されておる。既に西欧において実地に検分した人々も吾が国において 2, 3 を下らないようである。吾が国においても此処 3, 4 年来その基本的研究に着手している向きもあつた。

昭和32年1月日本水産株式会社から中層曳網漁具漁法研究支援の依頼があつたが、筆者としてはその実質の困難さが外国文献に見られるような安易なものでなく、それを相当上回るものであろうとの観点から一応基本的なものの構想から始めるべきであると考え、直ちに現場試験の段階に入る事を躊躇していた。しかし、同社長崎支社の積極的努力により32年10月の当研究の底曳網の綜合測定実験時に、同支社の試作網を使用して2艘曳中層曳網中の網の安定度合を測定した処、割合網の水深の安定度が良い事が判つた。以来筆者の最も懸念していた「安定度の良好」という結果が出たので、中層曳網漁具漁法完成の目安がついた。従つて、以西においては、魚群密度の濃密な海底上2～10mの層を曳く「離底曳き漁法」* と普通の中層曳き漁法と、北洋においては、鱈、鰊等を目的とする「離底曳き並びに普通の中層曳網漁法」の二種に大別して該漁具漁法の積極的な研究を（漁船研究室で試作してきた各種の測定器を使用して）実施することとした。また、時を同じくして日魯漁業株式会社からも当研究室に本漁具漁法の研究に対する支援の依頼があつた。日魯漁業ではそれまで1艘曳式中層曳を研究していたのである。

以上のように2社がそれぞれ異なつた方式の中層曳網漁具漁法の研究をなし、当研究室に研究支援の依頼があつたので、研究をより能率的に進める意味から両者の研究を合同して本漁具漁法の研究を積極的に推進することとしたのである。

その第1回の共同実験を33年3月稚内において実施し、同年12月以西蝦漁場において実地操業試験と漁船研究室の設計になる遠隔式中層曳網深度測定装置の実用試験を、引続いて34年3月稚内において再び1艘曳中層曳網の測定実験並びに遠隔式中層曳網深度測定装置の実験を実施した。なお、引続き遠隔式中層曳網深度測定装置の使用実験が日本水産株式会社戸畑支社、大洋漁業株式会社下関支社、日魯漁業下関支社、同社稚内底曳部によつて実施されており、好

---

* 普通いわれる中層曳きと区別して，海上すれすれの底曳網で曳けない高い層を曳く漁法を離底曳き漁法と称することとする。

成績を収めている。

なお、当研究室としては、中層曳網の曳網中の網成りを測定し、漁具漁法の究明とそれらの諸測定値によつて、本漁法に欠くことが出来ない遠隔式中層曳網深度測定装置の設計資料とするにあつた。

以上の実施した網成り測定実験結果と当研究室の設計試作になる漁研Ⅰ、Ⅱ型遠隔式中層曳網深度測定装置とを報告する。

なお、中層曳網漁具の研究の端緒を作られた北海道大学水産学部井上教授並びに小林助教授及び1艘曳式中層曳網の具体的研究に始終熱意を示し、具体的に今日あらしめた日魯漁業株式会社稚内底曳部の塚谷正次氏並びにその協力者各位に対して敬意を表する。

概　　要

本報告は、1艘曳式中層網漁具の曳網中における網、Otter Board, Depressor、曳索のとる姿勢並びにそれらの性能を、当室で且て製作した諸種の測定器で測定して、あらゆる点から考察しそれの対策を検討し、今後の1艘曳式中層曳網漁具のあり方の基本と思われる点につき述べた。

又中層曳網漁法に不可欠の遠隔式中層曳網深さ伝達装置を、これら網成りの測定値を基として設計試作した。諸外国でもこれらの試みが2，3発表されているが、当時実用の域に達していなかつた。当漁研魚探部門で開発した200kcの特質を応用して、是を深さ伝達のための信号パルスとして使用し、その方法を、特殊な諸外国にないものとした。すなわち、諸外国では周波数変調方式か、固定周波数の超音波によるシグナル方式であつたが、当研究室の設計のものは深さに応じた超音波発射時間の変化による方法を採用したものである。

次に、中層曳網の曳網中における曳船と網の通る軌跡の検討が、特に今後SONARの出現とともに確実に漁獲をあげる上に必要なこととなる。すなわち、変針後暫らくは曳船と網の軌跡は全く別なものであるので、漁獲をあげるためには魚群に網を合致させることが必要であつて、曳船が例え魚群の上を通過しても、網が魚群と会合しなければ魚を入網させることが出来ない。又船首方位に曳船は進むものでなく、必ずと云つてよい程外力（潮流、風）の影響でLee way することも忘れてはならない。1959年ソ連でこのことが一寸報告されていたが、筆者は1955年 Otter trawl 網漁法について、曳網開始後の曳船と網との動く軌跡について報告（漁研参考資料—プリント）してあるので、改めて本報告に加えた。

これは1艘曳式中層曳網の変針時にも同じ現象となるので参考に供した次第である。

A.　1艘曳式中層曳網

1.　大型模型網実験

(i)　実験の概要

a)　期　日　昭和33年3月20日

b)　場　所　稚内港内

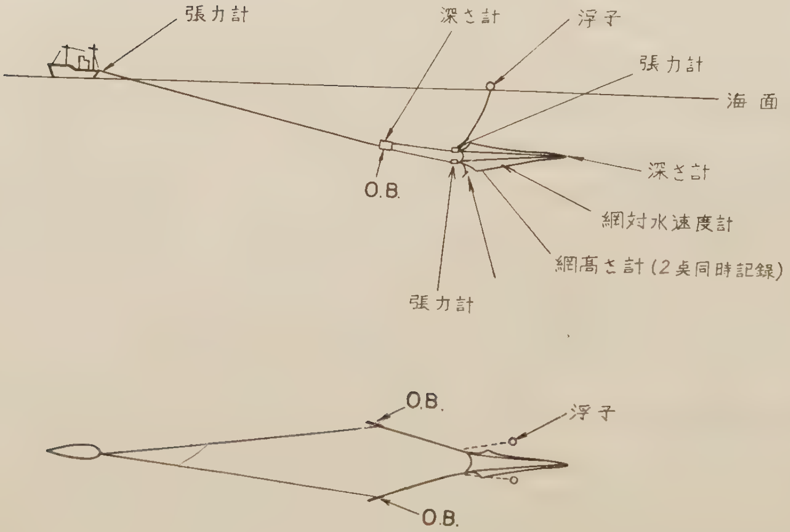
c)　実験船　日魯漁業株式会社所層　月汐丸、夕汐丸

(15 噸、25 馬力　焼玉機関)

d)　海　況　NWから 7 m/sec の風が吹き、波は N から 0.5 m 程度の高さのものが来ていた。

e)　測定器の種類とその配列

漁研型船尾曳索張力計	1 台
〃　深さ計	4 点
〃　G.R 及び H.R 用自記式張力計	各 1 台
〃　網用対水速度計	1 台
〃　2 点式網高さ計	1 台


張力計
深さ計
浮子
張力計
海面
深さ計
網対水速度計
網高さ計 (2点同時記録)
O.B.
張力計
O.B.
浮子
O.B.

第 1 図　諸測定器類の配列

(ii)　漁具の大要

a)　網漁具

b)　Otter Board

57.7 cm×117.5 cm Clark Y 翼形状 V.D.式　水中重量 22 kg

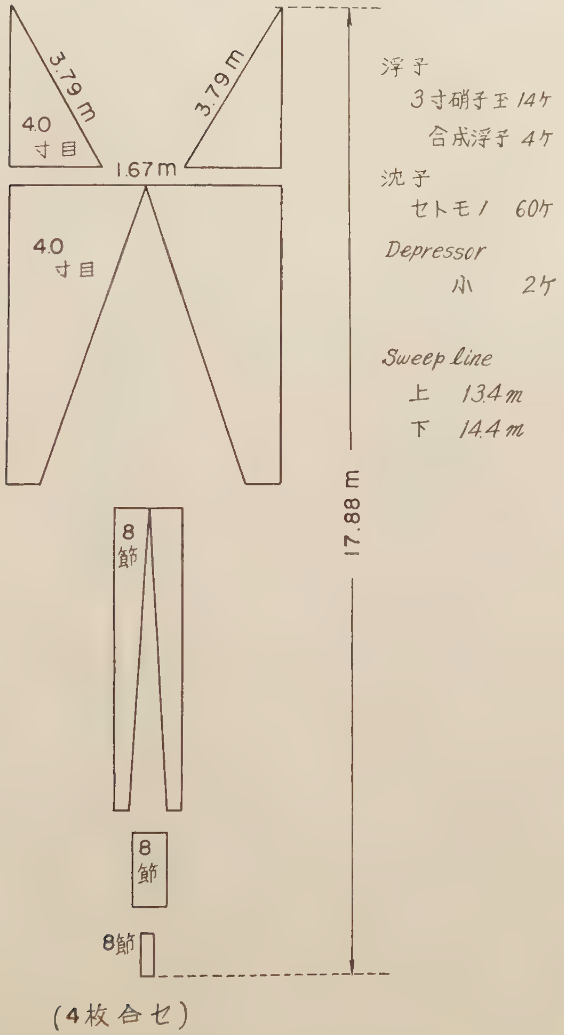
c)　Depressor

実物網実験に使用した小型のもの 2 個使用

d)　曳　索

直径 16 mm の Manila rope 30 m, 20 m

(iii)　記録値並びに曳網時における漁具の側面、平面形状

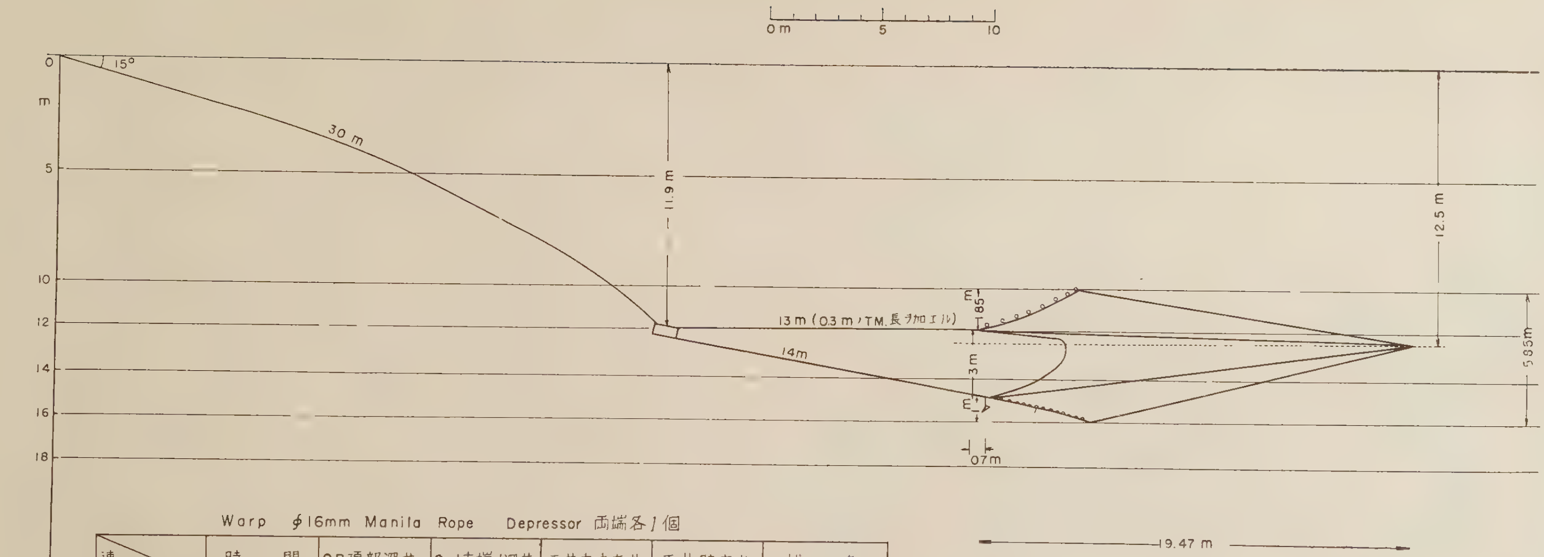

3.79 m
3.79 m
4.0
寸目
1.67 m
4.0
寸目
8
節
8
節
8節
17.88 m
浮子
3寸硝子玉 14ケ
合成浮子 4ケ
沈子
セトモノ 60ケ
Depressor
小 2ケ
Sweep line
上 13.4 m
下 14.4 m
(4枚合セ)

第 2 図　模型網の構成

(iv) 解　析

a) 曳索のとる形

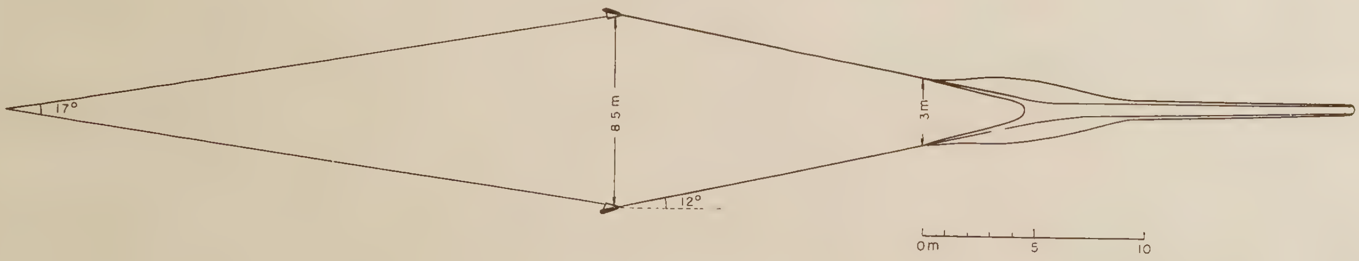
第 3, 5, 7 図に見られる様に、曳索の曲線が上に吹かれて居り、後述の実物網曳網時と全く逆の曲線形状となつている。 今、是等を数値とグラフで示したのが第 1 表、第 9 図である。


0 m
5
10
0
m
5
10
12
14
16
18
15°
30 m
11.9 m
12.5 m
13 m (0.3 m ノTM.長ヲ加エル)
14m
1.85 m
3 m
1 m
0.7m
5.85m
19.47 m

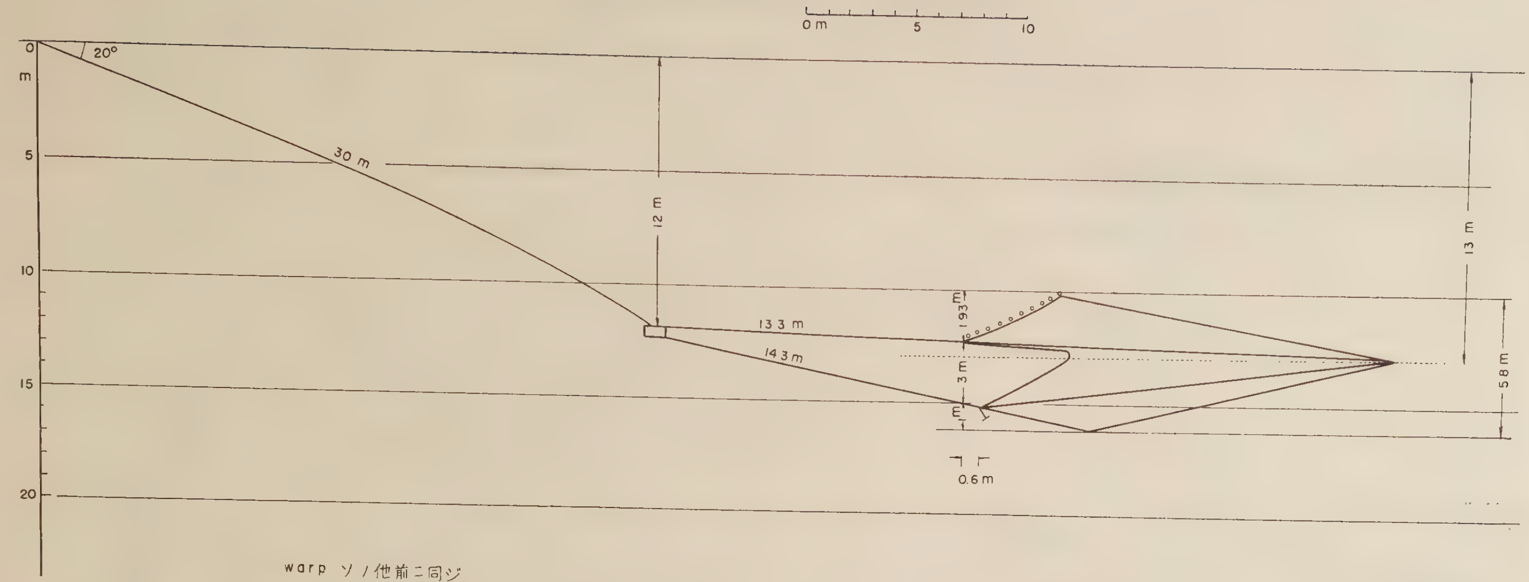
Warp φ16mm Manila Rope　Depressor 両端各1個

速力 (kt) ＼	時　間	O.B頂部深サ m	Cod末端ノ深サ m	天井中央高サ m	天井脇高サ m	伏　角 °
1.6	1307	11.9	12.5	5.85	4.0	15
				上下振幅 0.2 ～ 0.3 m		

第 3 図　曳網速度 1.6 kt の場合の側面形状


17°
8.5 m
3m
12°
0 m
5
10

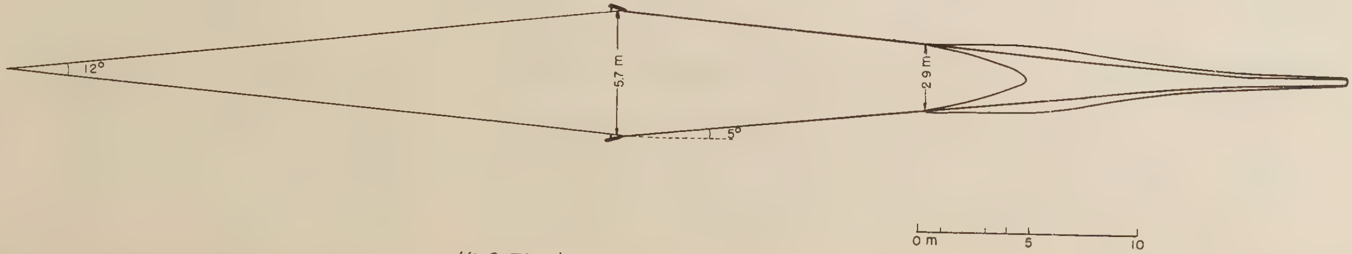
第 4 図　曳網速度 1.6 kt の場合の平面形状


0 m
5
10
0 m
5
10
15
20
20°
30 m
12 m
13 m
5.8 m
13.3 m
14.3 m
1.93 m
3 m
1 m
0.6 m

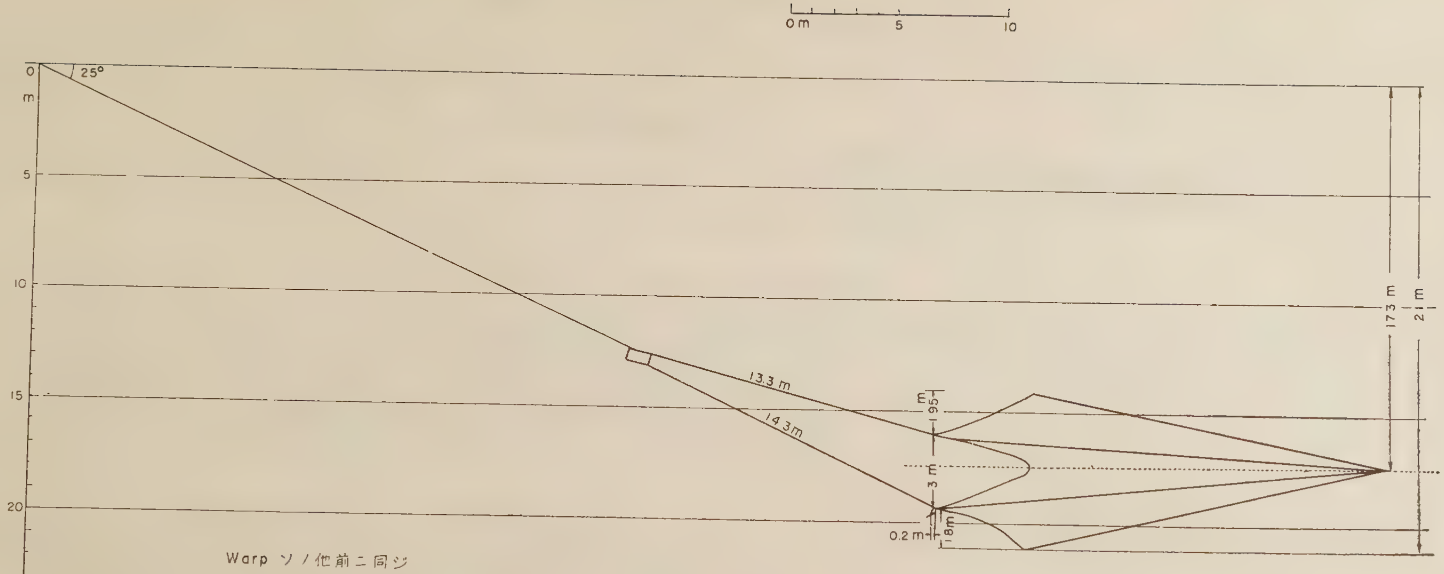
warp ソノ他前ニ同ジ

速度(kt)	時　　間	O.B.頂部/深サ m	Cod末端/深サ m	天井中央高サ m	天井脇高サ m	伏　　角
1.2	1311	12	13	5.8	3.87	20°
				0.3m / 振幅		

第 5 図　曳網速度 1.2 kt の場合


12°
5.7 m
2.9 m
5°
0 m
5
10

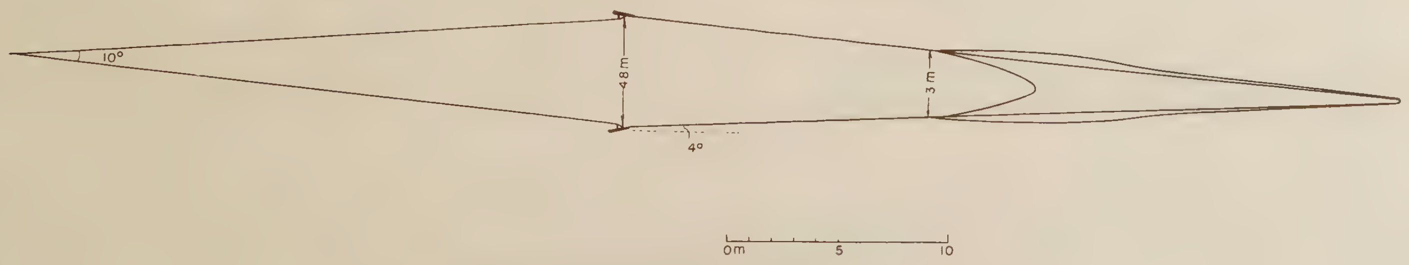
第 6 図　曳網速度 1.2 kt の場合の平面形状


0m
5
10
0
m
5
10
15
20
25°
13.3 m
14.3 m
195 m
3 m
18m
0.2 m
173 m
21 m

Warp ソノ他前ニ同ジ

速度(kt)	時　間	OB 頂部ノ深サ m	Cod末端ノ深サ m	天井中央高サ m	天井脇高サ m	G.R.中央深サ m	伏　角
0 6	1311	12.3	17.3	5.8	38.5	21	25°
					0 4m上下動アリ		

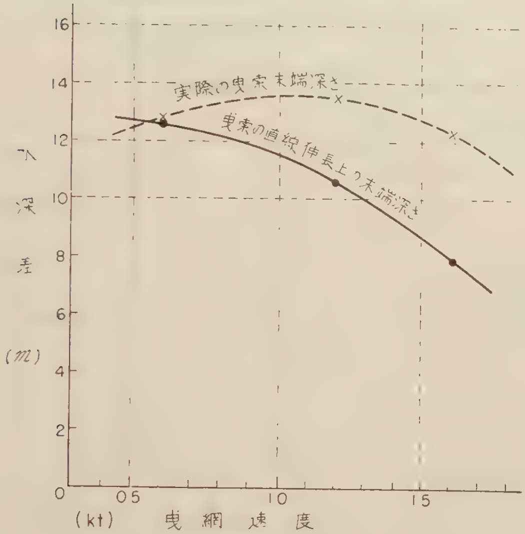
第 7 図　曳網速度 0.6 kt の場合の側面形状


10°
48m
3m
4°
0m
5
10

第 8 図　曳網速度 0.6 kt の場合の平面形状

第 1 表 曳索のとる諸値

項目 / 曳網速度	曳索の伏角	曳索を直伸させた場合の末端の深さ	曳索末端の実際の深さ (Otter Board 中心の深さ)
		m	m
1.6 kt	15°	7.9	12.3
1.2 〃	20°	10.4	13.4
0.6 〃	25°	12.4	12.7



第 9 図 曳索末端の深さ

是は曳索の抵抗が自重より大で、漁具のそれより相対的に上回つている、即ち曳索材料が直径 16 mm の manila rope を使用しているので、単位長の水中重量が少なく抵抗が多いから上に吹かれる曲線形状となるのである。曳索末端に働く網の抵抗並びに曳索の自重と抵抗とがバランスする時、曳索形状は直線状になる。

実物網の場合は模型の場合と逆な形状をとる。

b) Sweep line のとる傾斜

O.B. から後方の傾斜は、網漁具の抵抗とそれらに与へられた水中重量と Depressor による潜降力との和に依つて決定される。勿論、網漁具全体(網浮子、沈子 Depr. を含む)の抵抗はそれらの対水速度に依つて異なつて来る。今第 3, 5, 7 図で傾斜を網口高さの中心点と O.B. 中心点から上、下 Sweep line の平均長 13.8 m とを結んだ線の水平線とのなす角とする。但し、その Sweep line と上の筋繩とが 1.6, 1.2 kt の場合は直線となつているので、下の Sweep line の傾角を採り、0.6 kt

第 2 表

種類	個数	1ケ宛水中重量又は浮力	総水中重量	潜降力	抵抗
網 (含浮子、沈子)	1 投	8 kg			
3.5 寸径硝子玉 合成浮子	14 ケ	425 gr 684 gr	3.75 kg 2.73 kg 計 6.48 kg		
セトモノ沈子	60ケ	57 gr	4.42 kg	1.6 kt 8 kg 1.2 kt 5 kg 0.6 kt 2 kg	
Depressor	2 ケ	8 kg	16 kg		
網(含ム浮子、沈子) の 1/2+depressor			12$\left(=\frac{8+16}{2}\right)$kg $+x$ xは大型1ケト小型の1/2ケのdepr.の潜降力		
網ダケ		5 kg			1.6 kt 109.5 kg 1.2 kt 99.5 kg 0.6 kt 30 kg

の場合は前記のものをその傾角とする。

本計測網の水中重量その他を整理して見ると次の様になる。

作図から Sweep line の傾斜（θ）を求めると

第 3 表

速度	傾斜
1.6 kt	10.5°
1.2 〃	9.5°
0.6 〃	2.5°

第 4 表　Depr. の潜降力

速度	Depr. 1 ケの潜降力
1.6 kt	8 kg
1.2 〃	5 〃
0.6 〃	2 〃

となる。

$$\tan\theta=\frac{\text{自重}+\text{潜降力}}{\text{網の抵抗}}$$

1.6 kt の場合

$$\tan 10.5^\circ=\frac{12+x_1}{109.5}$$

$$x_1=8.35\,(\text{kg})$$

1.2 kt の場合

$$\tan 9.5=\frac{12+x_2}{99.5}$$

$$x_2=4.7\,(\text{kg})$$

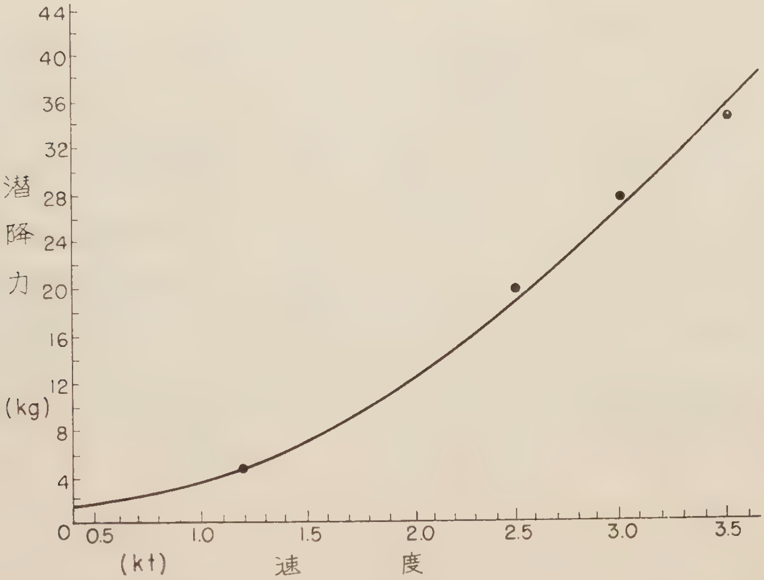
0.6 kt の場合

$$\tan 25^\circ=\frac{12+x_3}{30}$$

$$x_3=2\,(\text{kg})$$

x_1, x_2, x_3 は計算で求めた Depr. 1 個の潜降力であり、第 4 表は実測により求めた Depr. の潜降力曲線より推定して求めたものである。1.6, 1.2, 0.6 kt の場合は x_1, x_2, x_3 が 8.35 kg, 4.7 kg, 2.0 kg で第 4 表のそれと略々近似である。

従つて、曳網速度が更に上回れば、網の抵抗は 1.5 乗程度で増大するのに対して Depr. は二乗で潜降力が増大する。然し、それらの絶対値は遙かに網の方が大きいので、第 11 図で示す様に 3.5 kt 附近では O.B. の水深と網の中心線とが一致して、網は完全にその中心線の上下に二等分される様になるであろう事が推定される。

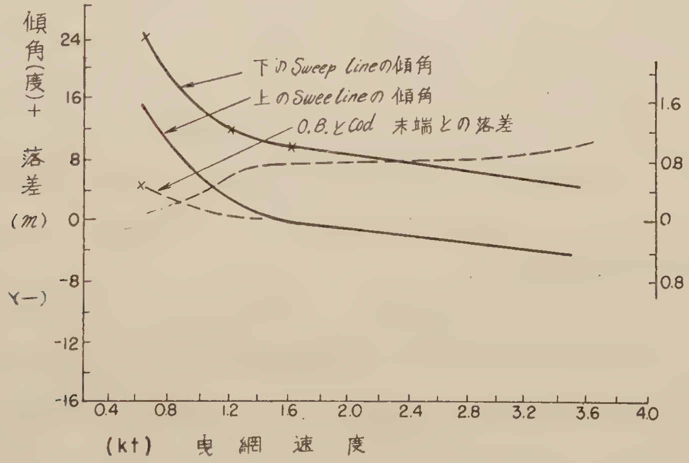


第 10 図　Depressor の潜降力曲線

第　5　表

項目 速度	Sweep line の傾角		O. B. 中心部の水深	O. B. と cod end の水深差	網の中央線と cod end 線との上下差	上下支点の水平距離
	上	下				
1. 6 kt	0°	10°	12. 1 m	0. 2 m	上＝1. 0 m	+0. 7 m
1. 2 〃	2°	12°	12. 2 〃	0. 8 〃	上＝0. 7 m	+0. 7 m
0. 6 〃	15°	24°	12. 5 〃	4. 9 〃	上＝0. 3 m	+0. 2 m

＋ハ上ガ前ニ出テイル場合ヲ意味スル

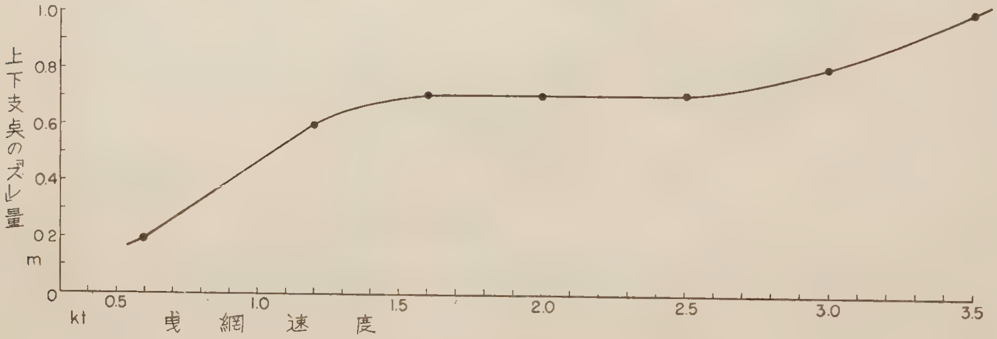


第　11　図

c)　網の側面

第 3,5,7 図に示す通り、上の筋縄と上の Sweep line とは 1.6, 1.2 kt の場合は殆んど直線に近いが、0.6 kt の場合は相当交角を生じている。

Cod end の水深位が網口断面の中央線より皆上にあり、網の断面中心部が上に片よつていることになる。即ちこの現象は下半分の網をたるませる事となる。又同時に次図に示す様に、網の上支点と下支点との水平間の「ズレ」が生じている。この事は、上下 Sweep line 長及びその各傾斜と網口高さとによつて必然的に生ずるものである。本網に於ては、下網地がたるむと同時に下支点が上支点より後方にずれているので、割合力が上の筋縄及び左右網の上半分の網地にかかる傾向となるが、逆に下の支点が上より前方に出る様な Sweep line 長及びその傾斜網高さであれば、下の網地及び筋縄には無理な力が働き、破網その他の事故も当然生ずるであろう。第12図は上下 Sweep line 支点の水平方向の「ズレ」の変化曲線である。これによると 0.6 kt の場合 0.2 m 程度である。この程度なら一応網成りとしては差支えないであろう。同時にこの場合は cod end の水深が網口中央線の水深と一致している。即ちこの場合にのみ上下 Sweep line 長 13.3 m, 14.3 m が適合している事を示すものである。



第 12 図　上下支点水平方向への「ズレ」曲線

換言すれば、他の曳網速度の場合は、この Sweep line 長では網成りを崩す事になる訳である。次に、第12図の 1.6 kt 以上の曲線は再び下降し「ズレ」量が減少してゆく。それは前記の第 11, 12 図に示す様に、曳網速度が増大するにつれ Sweep line の下方傾斜が網の抵抗の増大により修正され O.B. と網の中央線とが一致する方向に向う。この事は上下 Sweep line 長の差に近い（即ちこの場合 1 m）程度迄下支点が後方にズレる。この事から云つて Sweep line 長の上下差をつける事自体が根本的に誤りである。この事に関しては更に後述する。

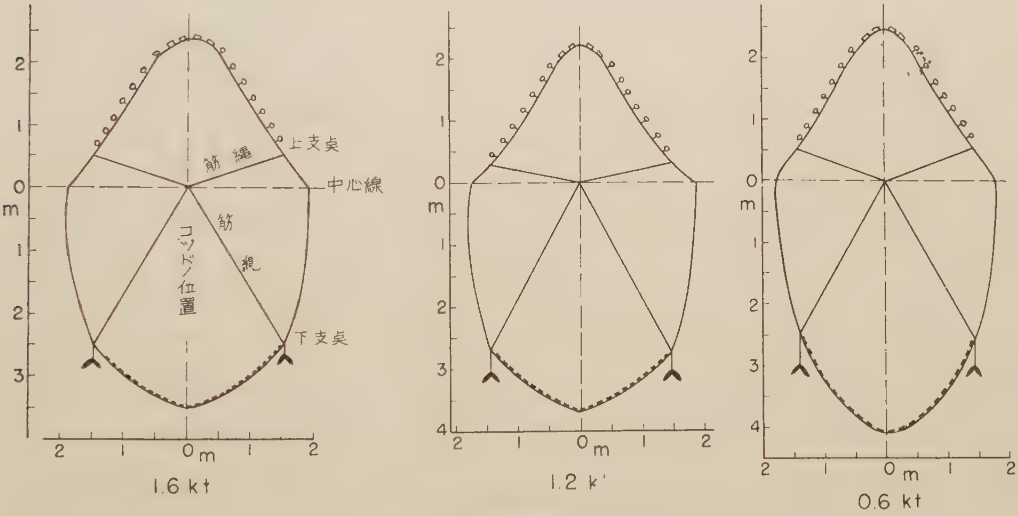
次に身網の網成りに就いては実物網の 1/70 模型水槽実験の項に於て述べる事とする。

網口附近の上下振動に関しては、高さ計の記録からみて、天井脇（上の支点）は殆んど安定している是は記録器のある G.R. 中央部も上下振動をしていない事を意味する。然し天井中央部では第 3,5,7 図の欄に記した様に 0.2～0.4 m 程度の上下動が記録されている。H.R. 部の高さ

約1.9 m に対して、この上下動は可なり大きな上下振遥と謂わねばならない。然も周期は約10秒に1回程度である。この時の波の周期は7秒程度で波高0.5 m のものが後方から来ていたので、波との出合周期は約 8～10 秒程度となり、前記の上下動周期と略々一致する。即ち船のpitching により前進速度に遅速が生じ，是が網の対水速度の遅速となつて現われ、天井部を上下動させるものであろうと思われる。若しこの程度の動揺が、魚の入網を脅かすものであれば、この防止法も考慮せねばならない点であろう。

次に、側網に就てであるが、第 3,5,7 図で見られる通り、上下支点の高さが3mであるので相当側縄の切れ込みが大で、然も網中心線が相当上方にあるため、上半下半の彎曲度合が全くアンバランスとなつていると思われる。この事はその後方の網地も勢い上にだぶつき下方が張ると云う現象を生ずるであろう。従つて、支点高さを予定の高さに保持するための浮子の浮揚力と沈子の沈降力とを自重と逆揚力に就て予定曳網速度附近で同一力量のものとする事が必要であろう。

d） 網の詳細な図解及びその考察



第 12 図　各曳網速度の網口断面形状

第 13 図でも見られる様に、本網口の一片が約 9.5 m あるのに対して各支点間隔が各 3 m程度しか開いていないので各辺とも相当後方に彎曲している。適当な各辺の開きは倍の 6 m 程度あつて宜しいと思われる。この彎曲の過大は、後方の網地の皺となつて現われ、特に全長の約1/2附近の落しの急減している部分附近に過大のたるみを作る原因となつている。是等を防止するためには Otter Board の展開力を増すか、Sweep line 長を Otter Board の展開能力に適合させ、然も網幅が予定の開きになる様なものとせねばならない。次に、浮子及び沈子の総浮力、沈降力を増大し流体的の抵抗が極力少い様な形状のものを考案して使用する事が必要とな

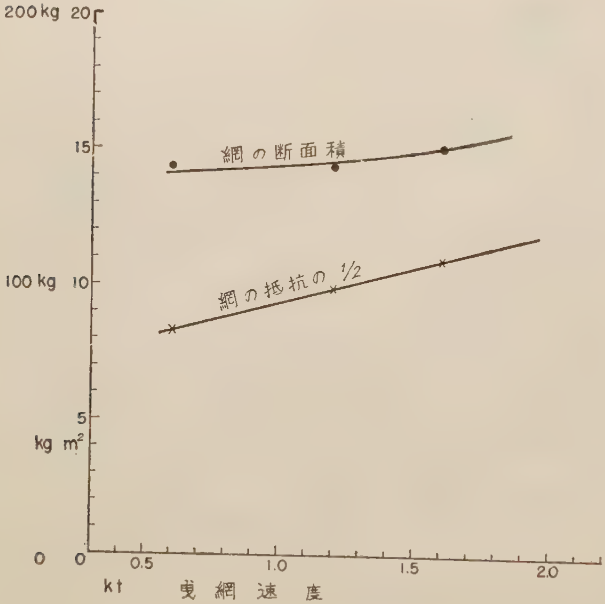
つて来る。又下支点の後方への「ズレ」も網成りを崩す大きな原因となつている。

e) Otter Board

Otter Board に関しては実物網の項で詳しく述べたので此処では Otter Board に関係ある諸元を第6表に示すのに留めて置いた。C_Z を計算してその甚だ数値の多い矛盾が出たが是は曳索張力の精度が良好でなかつたためと考えられる。

第 6 表

速度	曳索張力	曳索伏角	曳索張力の水平分力	網の張力 (1/2)	Sweep line の平均伏角	網張力の水平分力
1.6 kt	350 kg	15°	340 kg	110 kg	10.5°	108 kg
1.2 〃	250 〃	20°	235 〃	100 〃	9.5°	99 〃
0.6 〃	?	25°	?	90 〃	2.5°	89 〃



第 14 図 網の抵抗と断面積との関係

f) 網の抵抗と断面積との関係

網口の投影面積と網の抵抗の 1/2 との関係をグラフにしたのが第 14 図である。

従来網の抵抗 (R) と流速との関係は諸種の実験式が導かれている。即ち

$$R=faV^n$$

f ……係数

a ……断面積

V……曳網速度

n ……指数

(2 以下と謂われている)

各々の網に就てRは勿論異なるしf及び n も変化する、従つて完成された網が出来た場合は実測で R を計つて f 及び n を求めて置く事は O.B. その他に関して適正なものへと改善する場合根本の資料となる。その意味から紹介の意味で一寸書いてみた。敢てこの大型模型に就て f, n 等を求めて見ても致し方ないので機会があれば後述の実物網に就て此の実験式を求めて見たいと考える。

g) 網の内外の流速

網材料の点から云つても予想された点であるが、網の内外の流速差が 0.1 kt 以下である事で

ある。是は割合敏感な魚族にとつては落差が極力少い事が肝要である。この点からみると実に理想的であると考えられる。又記録の振れ具合からみて、この程度の速度では以西底曳網及び Otter trawl 網と比較して遙かに乱れが少いが、3.0 kt 以上程度になると可成りの振れが見られる。勿論是は記録の振れが直ちに速度の変化状況を現わしてはいないが（球の抵抗を利用した速度計であるから高速になると球自体の振りが生ずるので）比較してみて、その遅速（速度の振れ）が増加している事が認められる。この遅速も前記の様な、波による曳船の pitching から生ずるものも当然含まれるであろう。然し、同様な海況に於て、速度の増加によつてこの振れが増している事からみて、この pitching の作用だけではないと推定される。この振れが O.B. の渦流によつて生ずるものであれば、一応 V.D. 式 O.B. の様に網口前方近くに乱流を生ずる様な構成には一考を要する事になる。次に、この振れは当然網地のフラツターリングを起す原因となる事を忘れてはならない。特に、今回の様に、身網の網地に皺が生ずる様な網成りでは、この現象が特に生じやすい事を忘れてはならない。

次に網をふくらませるのは網地にあたる流体抵抗に他ならない。

この事は網中の流速を落さない事と相矛盾する事と云わねばならない。このためには両者を満足させる様な妥協方策を講ぜねばならない。以西底曳で筆者が実験し良好な結果を得た方法、即ち網の目合を適正に配置し、その抵抗配分に変化を与える方法である。即ち、上下網地と両側網地とは流体抵抗を自ら異るものとし、上下方向に網をふくらませるのが適当な場合は、上下方向に割合細目の目合を配置し、その替り側網の抵抗をぐつと減少させる様な大目の目合を配置した網地を使用し、全体の網中の流速を低下せないで然も網を上下方向にふくらます様にする。この上下、両側網地のいずれに抵抗を抜かせるかは底曳網と異なり、中層曳網は網が接地していないから研究をする必要がある。例えば O.B. の能力に対して Sweep line 長が短い（操業上止むを得ず）様な場合は、脇網に抵抗を持たせるような細目の網地を使用して網幅の拡大を計るべきであろう。一応筆者の意見としては、上下は浮子、沈子によつて網地に流体を下及び上から当てる様な姿勢を始めから与えられるのに対し、左右の脇網は外方に展開させる最初の姿勢は与えられていない。この点から云つて網地の落しを割合急として流体に対して迎え角を可成り持たせる様にし、然も脇網側に細目を使用する方法が妥当ではないかと考える。この事は前述後述の事と一寸矛盾する。

次に、Flapper を装着しなければならない様な場合は、特に網中の流速低下の問題と Flapper 装着点より後方の身網の網成りの崩れ等を充分留意して考慮せねばならない。

2. 実物網実験

(i) 実験の概要

a) 期　日　　昭和33年3月29日

b) 場　所　　利尻島北方

Lat.　45°-33′N

Long.　141°-20′E

c) 実験船　　漁安丸　日魯漁業 K.K. 所属

(85噸　300馬力 Diesel 機関　鋼船)

d) 海　況　　雪

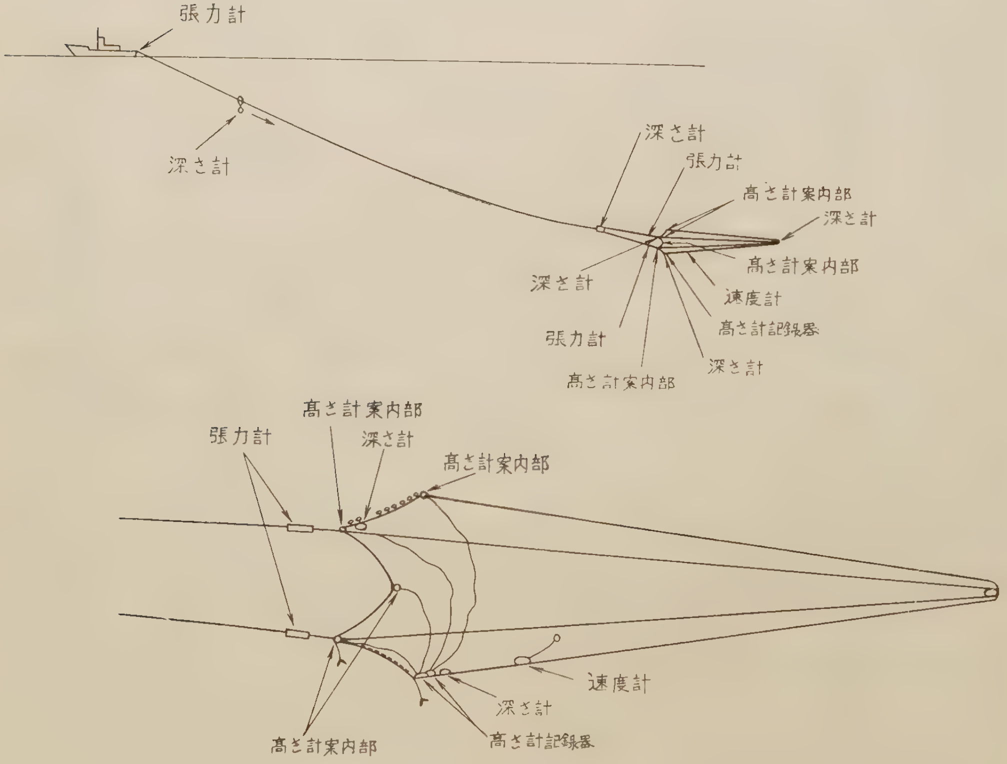
風向 N～NNW から 7 m/sec の風速

波高　潮流 1～1.5 m

潮流　S へ 0.3 kt 程度

水温　表面で 4.8°C

e) 測定器類の配列


張力計
深さ計
深さ計
張力計
高さ計案内部
深さ計
高さ計案内部
深さ計
速度計
高さ計記録器
張力計
深さ計
高さ計案内部
高さ計案内部
張力計
深さ計
高さ計案内部
速度計
深さ計
高さ計案内部
高さ計記録器

第15図　測定器類の配列

第 16 図　高さ計を装着したところ

（ii）　漁具の大要

a）　網漁具

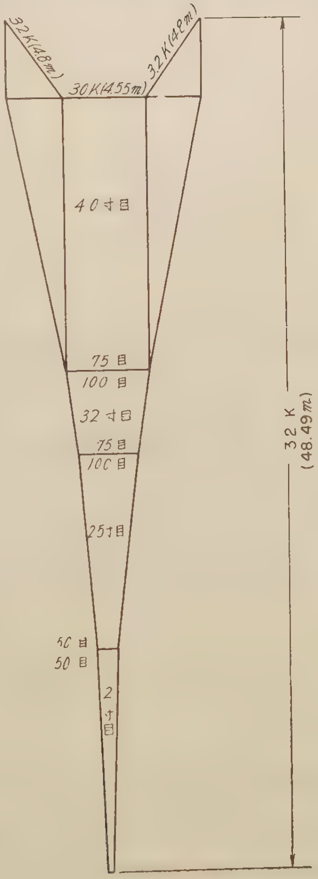
浮子綱
沈子綱 } クレモナ4分5厂圣のもの 94K(14.15m)
側　網(左右)
筋　縄(4本) クレモナ4分5厂圣のもの 32K(48.49m)

Sweep line
7分圣マニラロープ
上　20K(30.3m)
下　21.5K(32.6m)
共に張力計の長さ0.4mを加えて
上　30.7m
下　33mとなる

浮　子　4寸圣硝子玉　14ケ
ハツドブイ　4ケ

沈　子　セト沈子　120ケ
{空中重量　20匁
{水中重量　14匁(52.5gr)

Depressor 大　2ケ
水中重量　35kg
小　1ケ
水中重量　8kg


32K(4.8m)
3.2K(4.8m)
30K(4.55m)
40寸目
75目
100目
32寸目
75目
10C目
25寸目
5C目
50目
2寸目
32K
(48.49m)

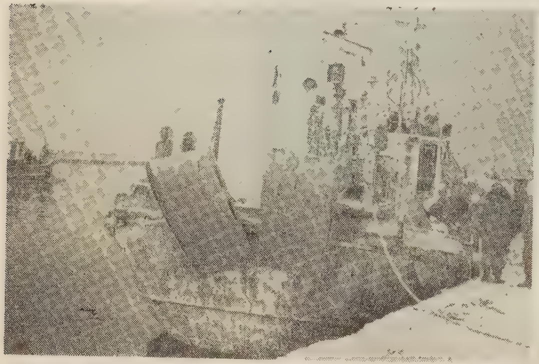
第 17 図　網 の 構 成 図

b)　Otter Board

V.D. 式 O.B.　200 cm×100 cm　Clark Y 翼

水中重量 80 kg

（詳細は 2 節で説明）



第 18 図　O.B. 及び実験船漁安丸の写真

第 19 図　Depressor の写真

c)　Depressor

Clark Y 変形翼

水中重量

大型　35 kg　2 個　両下支点 ｝に装着
小型　8 kg　1 個　G.R.中央 ｝

d)　曳　索

直径 16 mm の wire rope

曳索長は片側 200，250，300，400 m を使用

(iii)　記録値

第 16 図で図説した様に、多数の測定器類を装着使用したのであるが、次の 2 測定器は記録紙のすべりのために満足な記録がとれなかつた。

○網高さ計の 1 台

測定点　H.R. 中央点 ｝間の垂直高さ
　　　　G.R. 中央点 ｝

　　　　網口上支点 ｝間の垂直高さ
　　　　G.R. 中央点 ｝

○Sweep line 張力

但し、網口上支点部には深さ計が同時に装着してあり満足な計測記録がとれたので、同点より下部の各点の諸元は総べて満足な数値を得る事が出来た。只残るのは上支点から H.R 中央点の高さが今回の記録では不明であるので模型実験によつて求めた事を断つて置く。

第 8 表の※は模型水槽実験より求めたものである。

第7表 記録の諸値の例

項目 曳索長	時間	速度	① O.Bの頂部中央深さ	② G.R中央部の深さ	③ H.R横支点の深さ	④ Cod end の深さ	G.R 中央部からの高さ		⑦ H.R横支点トG.R横支点トノズレ量	⑧ 上スイープライン張力記録	⑨ 網中速度計記録
							5 G.R横支点の高さ	6 横口縄中央の高さ			
		kt	m	m	m	m	m	m	m	kg	m/sec
200 m	08 27.7		–	–	–	18		–			
	〃 28		7m沈下後浮上	–	–	21		–			
	〃 28.3			–	–	22		–			
O.B let go.	〃 28.5		–	–	–	22.2		–			
	〃 29.0		1	–	–	22		–			
	〃 29.5			–	–	18		–			
	〃 30		5	–	–			–			
	〃 30.2		6.8	–	–	計測は18 m以下不能		–			
	〃 30.3		1.5	–	–			–			
	〃 34.5		急降	–	–			–			
	〃 35		6	–	–			–			
	〃 35.6		13.5	–	–			–			
	〃 36		9	–	–			–			
	〃 36.5		10	–	–			–			
	〃 37		〃	–	–			–			
	〃 38		23	–	–	–		–			
	〃 38.8		–	–	–	18		–			
	〃 38.9		30.3	–	–	–		–			
	〃 39		28	–	–	19		–			
	〃 39.2		27.8	–	–	20.5		–			
	〃 40		30	–	–	25		–			
warp 200 m	〃 41		34	–	–	31		–			
	〃 42		36	–	–	35		–			
250 R/m	〃 43		37	–	–	38.5		–			
	〃 43.5	2.4	38	39	41	40		3.5			
	〃 44	(250 R/m)	38.1	41	41.4	41.3		〃			
	〃 45		39	44.5	42.5	43		3.1			
	〃 46		40	46.5	43.4	44		3.05			
	〃 47		41.3	47.5	44	44.7		3.4			
	〃 47.5		–	–	–	–		3.2			
	〃 48		41	49.3	44.5	45.3		3.4			
	〃 49		41.7	50	45.6	46.8		3.25			
	〃 50		42.4	51	45.8	47.7		3.2		235	
	〃 51		43	51.5	45.9	47.8		3.23			
	〃 52		〃	52	46.3	48.4		3.35			
	〃 53		〃	52.5	47.5	49		3.33			
	〃 54		〃	53.4	48	49.4		3.55			
Ⓐ※	〃 55		〃	53.2	〃	49.5	−0.4	3.25	+0.6	230	1.23
	〃 56		〃	53.5	〃	49.9		3.18		振幅 5～10	

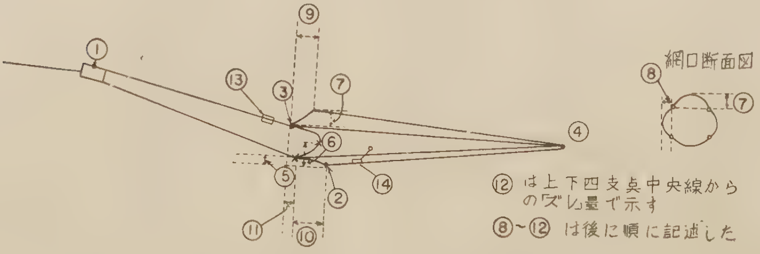
項目 曳索長	時間	速度	① O.Bの頂部中央深さ	② G.R中央部の深さ	③ H.R横支点の深さ	④ Cod end の深さ	G.R 中央部からの高さ		⑦ H.R横支点トG.R横支点トノズレ量	⑧ 上スイープライン張力記録	⑨ 網中速度計記録
							⑤ G.R横支点の高さ	⑥ 横口縄中央の高さ			
		kt	m	m	m	m	m	m	m	kg	m/sec
	08 57		43.8	53.5	48.2	49.9		3.23			
Speed up 270 R/m	〃 58		–	〃	49	50.2		3.20			
	〃 59		42	54.2	49.3	50.7		3.25			
	09 00		41	55	浅クナル	50.3		2.98			
	〃 1		〃	55	46.3	50		3.30		235	
	〃 2		40.8	52.7	45.7	48.3		3.33			
	〃 3		40	51.7	45.6	47.8		3.30			
	〃 4		40.3	51.5	45	47.7		3.25			
	〃 5		40	50.8	〃	46.8		3.28			
Ⓑ※	〃 6	2.6	〃	50.3	〃	46.7	−0.4	〃	+0.5	250	1.32
	〃 6.5		41	–	45.7	46.8		〃			
	〃 7		40	50.5	45	46.7		–			
	〃 8		39.8	–	〃	46.5		3.25			
	〃 10		39	–	〃	46.7		〃		250	
	〃 11		38.8	50	–	46.2		–			
	〃 12		39	49.5	–	46		–			
	〃 13		38.7	–	44.8	45.6		3.18			
speed up	〃 14		39	49.2	–	45.7		3.20			
	〃 15		38	47	–	46		3.15			
	〃 16		34.2	45	42	〃		2.98			
	〃 17		32.8	44	40	〃		2.87		270	
	〃 18		32.5	42.3	39.2	44.5		〃			
	〃 19		–	–	–	42		2.92			
	〃 20		32	42.5	38.2	41.1		〃		275	
	〃 21		–	〃	38	40.7		〃		振幅 10	
	〃 22		31.5	〃	37.7	40.5		〃			
	〃 23	2.8	31	〃	37.4	40		〃			
	〃 24		〃	〃	37.5	39.5		〃			
	〃 25		〃	〃	37.8	39		〃		280	
Ⓒ※	〃 26		〃	〃	38	〃	−0.6	〃	+0.7		1.5
	〃 27		31.3	〃	〃	〃		2.90			
	〃 28		32	–	–	〃		2.94			
	〃 28.5		33.5	–	–	–		–			
	〃 29		33	〃	〃	39.5		3.0			
	〃 30		32.5	〃	〃	40		2.94		275	
	〃 31		33.2	〃	〃	40.3		–			
	〃 32		33.3	〃	〃	–		2.94			
	〃 33		34	〃	–	40.2		3.04			
	〃 34		〃	〃	–	40		3.13		275	
	〃 35		33	〃	38	〃		3.0		振幅 200	

warp 伸長	09	36		33.3	–	深クナル	40.2		3.0 急増		
	〃	36.3		40	–	–	–		–		
	〃	36.6		37.5	–	–	–		–		
	〃	37		44	–	–	40.2		–		
	〃	37.5		40	–	–	–		–		
	〃	37.7		41	–	–	–		–		
	〃	38		39.5	–	–	40		–		
	〃	39		39	–	–	–		–		
	〃	39.2		〃	–	–	42		–		
	〃	39.8		39	–	–	43 (39.5分)		–		
	〃	39.9		42.5	–	–	–		–		
warp 長 260 m	〃	40		43.5	–	45.3	44		3.5		300
	〃	41		42	–	〃	43		2.58		
	〃	42		〃	–	〃	42.8		〃		
	〃	43		〃	–	〃	45		2.5		
	〃	44		42	–	46	45.8		〃		
	〃	45		43.0	–	〃	45.5		2.6		295
	〃	46		42.1	–	〃	〃		〃		
	〃	47		42.5	–	46.2	46		〃		
	〃	48		〃	–	47	46.8		2.55		
	〃	49		42.4	–	46.5	〃		2.53		
	〃	50		42.8	–	46.8	〃		–		300
	〃	51		43.8	–	47	47		2.58		
	〃	52		43.9	–	47.4	〃		2.6		
	〃	53	2.9	44	–	48	〃	–	2.63		
	〃	54		44.3	–	48.4	47.3	0.0	2.6		
	〃	55		44.4	–	48	47.7	–	〃		
	〃	56		43.8	–	〃	48.3	–	2.50		
Ⓒ′※ speed	〃	57		43.9	52.5	〃	48.7	0.0	〃	+0.95	300～310
down	〃	58		44.1	–	--	49	–	2.56		
270 R/m	〃	59		49	–	52.5	48.5	–	3.00		
	10	00		51.6	–	55.5	48.8	0.1	3.1		
	〃	1		54	–	58	49	0.05	2.83		
	〃	2		57.7	–	59.9	50.8	0.15	2.99		
	〃	3		57.9	–	60.5	54	0.2	2.92		
	〃	4		58	–	61.5	58	0.1	2.9		
	〃	5	2.4	59	–	62	60	0.08	2.96		
	〃	6		59.9	–	〃	61.5	0.3	3.16		285
	〃	7		59.5	–	〃	62.1	0.1	2.88		
	〃	8		59	–	61.7	62.8	0.0	2.9		
Ⓑ′※	〃	9		58.5	65.7	61.6	63.4	0.0	2.8	+1.3	285
	〃	10		58	–	61.0	63.5	0.1	2.9		
	〃	11		57.7	–	61.5	63.3	0.0	2.7		
speed	〃	12		58.4	–	–	63	0.45 (11.2分)	3.15		
down								0.2 (11.6分)	3.0		
250 R/m								0.2 (12 分)	3.12		

曳索長＼項目	時間	速度	① O.Bの頂部中央深さ	② G.R中央部の深さ	③ H.R横支点の深さ	④ Cod end の深さ	G.R 中央部からの高さ		⑦ H.R 横支点トG.R 横支点トノズレ量	⑧ 上スイープライン張力記録	⑨ 網中速度計記録
							⑤ G.R横支点の高さ	⑥ 横口縄中央の高さ			
		kt	m	m	m	m	m	m	m	kg	m/sec
	10 13		61.6	–	67.5	62	0.4	3.5			
	〃 14		65	–	70.8	62.7	0.7	3.85			
	〃 15		68.5	–	73.1	62.3	1.2	5.2		285	
	〃 16		70.2	–	75.3	65.4	1.3	5.38			
							1.4(16.7分)	5.4			
	〃 17		72	–	77.5	68.5	1.63	5.7			
	〃 18		74	–	78.5	71.6	1.4	5.26			
	〃 19		75	–	79	74	1.0	4.4			
	〃 20		〃	–	79.9	77.6	0.8	3.84		300	
	〃 21		76	–	80	79.2	0.6	2.80			
	〃 22	2.3	76.8	–	80.5	80.5	0.7	2.5			
	〃 23		77	–	80.7	81.4	0.55	2.63			
Ⓐ′※	〃 24		〃	85.6	81	81.8	0.58	2.60	+1.1	300	
	〃 25		76.8	–	81.8	82.4	0.43	2.35			
	〃 26		76.5	–	82.1	82.7	〃	2.3			
warp 伸長 286 m 回転 ソノママ	〃 27		78	–	–	82.7	0.5	2.35			
	〃 28		84	–	90.2	83	2.18	6.3			
	〃 28.5		89	–	–	83.2	1.9	4.3			
	〃 29		84	–	91	83.3	1.4	3.5			
	〃 30		86	–	92	84.3	1.1	3.03			
	〃 31		86.5	–	93	90	1.0	2.35			
	〃 32		88	–	93.6	93.4	1.1	2.5			
	〃 33		88.3	–	94	94.3	0.95	2.02			
	〃 34		88.7	–	〃	95	0.75	1.5			
							0.66(34.5分)	1.82		325	
	〃 35		89.9	–	96	96	0.7	1.55			
	〃 36		91	–	〃	97.1	0.9	1.75			
	〃 37		92	–	96	97	0.95	1.70			
	〃 38		91.3	–	96.8	97.1	0.55	1.17			
	〃 39		92	–	97.7	97.8	0.5	1.15			
	〃 40	2.3	91	–	98	99	0.3	0.75			
	〃 41		〃	–	〃	99.1	0.15	0.5		335	
	〃 42		〃	–	98.2	99	0.6	1.20			
	〃 43		94	–	99	99.1	0.75	1.45			
	〃 44		95	–	99.8	99.2	0.9	1.55			
	〃 45		94.3		101	99.5	0.8	1.45			
Ⓐ″※ speed up 270 R/m	〃 46		96	103.1	100	100	0.8	1.50	+1.3	330	
	〃 47		〃		98	101	−0.1	0.45			
	〃 48		92		96	101.4	−0.2	0.35			
	〃 49		90		95	102	0	0.75			
	〃 50		〃		〃	102.8	−0.15	0.55			

	〃	51		89. 3	–	95	101	0. 25 0.08(51.6分)	0. 95 0. 65		
	〃	52		89	–	〃	99. 2	0. 15	0. 85		
	〃	52. 5		〃	–	〃	–	–	–		
	〃	53		89. 3	–	–	98. 3	0. 3	0. 93		
	〃	53. 4		–	–	–	–	–	–		
	〃	54		89	–	95. 5	97. 5	0. 22	0. 8		
	〃	54. 5		–	–	–	–	–	–		
	〃	55	2. 5	89. 1	–	95	97. 5	0. 15	0. 93		
	〃	55. 5		–	–	–	–	–	–		
Ⓑ″※	〃	56		88. 3	101. 2	95	97. 5	0. 2	1. 25	+0. 32	350
	〃	56. 5		–	–	–	–	–	–		
	〃	57		88. 3	–	95	97. 5	0. 4	0. 95		
	〃	57. 5		–	–	–	–	–	–		
	〃	57. 7		–	–	–	–	–	–		
	〃	58		88. 7	–	95	97. 5	0. 45	0. 95		
	〃	58. 7		–	–	–	–	–	–		
	〃	59		–	–	–	97. 5	–	–		
	11	00		89	–	94	97. 5	0. 15	0. 6		
	〃	1		88. 3	–	–	–	–	–		
	〃	2		88. 8	–	94	97. 8	−0. 2	0. 35		
	〃	3		88	–	–	–	–	–		
	〃	4		88	–	93	97. 7	−0. 25	0. 3		
speed up 300 R/m	〃	5		89	–	–	97. 8	–	–		
	〃	6		〃	–	91. 3	97. 1	−0. 05	0. 3		
	〃	7		87	–	86	97	−0. 1	0. 05		
	〃	8		82	–	81	96. 7	−0. 5	0. 05		
	〃	9		77	–	76. 3	96. 5	−0. 45	0. 75		
	〃	10		74	–	74	96	−0. 4	1. 40		350
	〃	11		70. 8	–	72	93	−0. 4	1. 85		
	〃	12		68. 8	–	71	86. 5	−0. 3	2. 25		
	〃	13		67	–	69. 8	81	−0. 3	2. 35		
	〃	14		65. 7	–	69. 8	77. 5	−0. 7	2. 20		
	〃	15	2. 9	64. 5	–	68. 5	74. 8	–	2. 30		
	〃	16		64	–	68	72. 3	–	2. 35		
	〃	17		63. 8	–	67. 7	71. 1	+0. 3	2. 85		
Ⓒ″※	〃	18		〃	73. 5	〃	70	−0. 4	2. 48	+0. 55	390～400
speed down 230 R/m	〃	19		63	–	67. 4	69. 8	−0. 4	2. 55		
	〃	20		〃	–	70	68. 8	−0. 3	2. 67		
	〃	21		64	–	81	68. 5	0. 0	2. 85		
	〃	22		66. 8	–	90	67. 5	+0. 1	2. 15		300
	〃	23		81. 4	–	96. 3	〃	0. 55	1. 90		
前進ノママ warp 捲込み	〃	24		91. 5	–	97	〃	–	–		
	〃	24. 5		95. 0	–	–	68	–	–		
	〃	25		95	–	–	69	–	–		
	〃	26		95	–	–	77	–	–		

項目 / 曳索長	時間	速度	① O.Bの頂部中央深さ	② G.R中央部の深さ	③ H.R横支点の深さ	④ Cod end の深さ	G.R 中央部からの高さ		⑦ H.R横支点トG.R横支点トノズレ量	⑧ 上スイープライン張力記録	⑨ 網中速度計記録
							⑤ G.R横支点の高さ	⑥ 横口縄中央の高さ			
		kt	m	m	m	m	m	m	m	kg	m/sec
	〃 26.5		95	–	–	–	–	–			
	〃 27		94	–	–	86	–	–			
	〃 27.5		93	–	–	–	–	–			
			(27.8)94								
	〃 28		91.6	–	–	96	–	–			
						(28.5分)97.5					
	〃 28.7		93	–	–	–	–	–			
	〃 29		89	–	–	98	–	–			
	〃 29.1		86.7	–	–	–	–	–			
	〃 30		82	–	–	98.5	–	–			
	〃 31		69	–	–	98.2	–	–			
	〃 32		55	–	–	97.5	–	–			
	〃 33		38	–	–	95	–	–			
	〃 34		18.5	–	–	87.5	–	–			
	〃 35		–	–	–	77.4	–	–			
	〃 35.1		0	–	–	–	–	–			
	〃 36		–	–	–	64	–	–			
	〃 37		–	–	–	48	–	–			
	〃 38		–	–	–	31	–	–			
	〃 38.5		–	–	–	23.5	–	–			
	〃 38.9		–	–	–	18	–	–			
						浅クナル					


⑨
①
⑬
③
⑦
④
⑥
⑤
⑭
②
⑪
⑩
網口断面図
⑧
⑦
⑫は上下四支点中央線からの「ズレ」量で示す
⑧~⑫は後に順に記述した

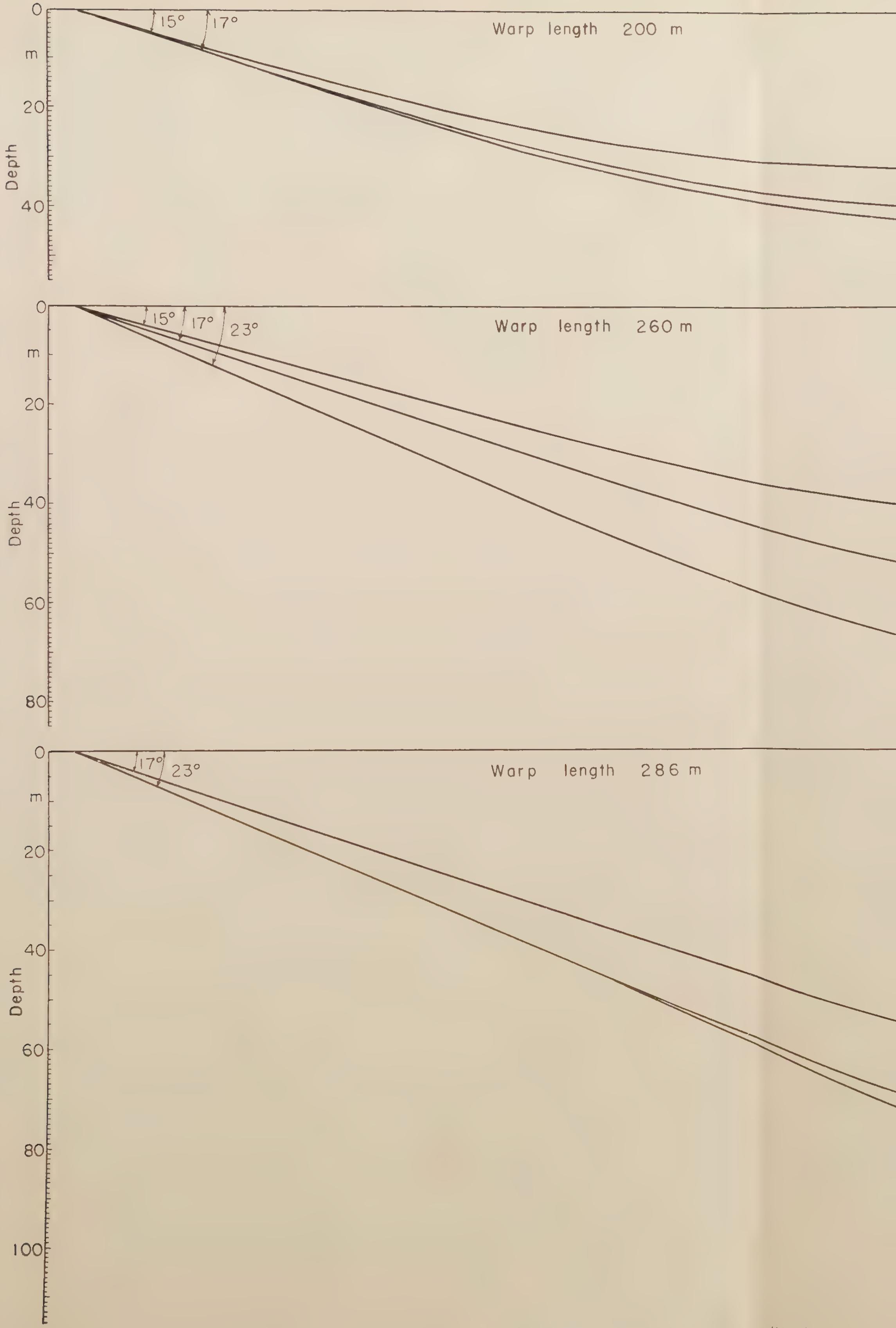
第 20 図

(iv) 解 析

a) 記録値より作図した全漁具の側面形状に就ての考察

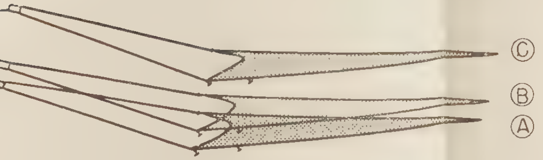
第21図に示したのが本測定時の各曳索長，曳網速度別の曳網側面図である。

各図は第26図のⒶⒷⒸ，Ⓐ′Ⓑ′Ⓒ′，Ⓐ″Ⓑ″Ⓒ″ 個所を作図したものである。是等はその時与えられた曳網条件下に於て略々安定した状態になつた時のものである。

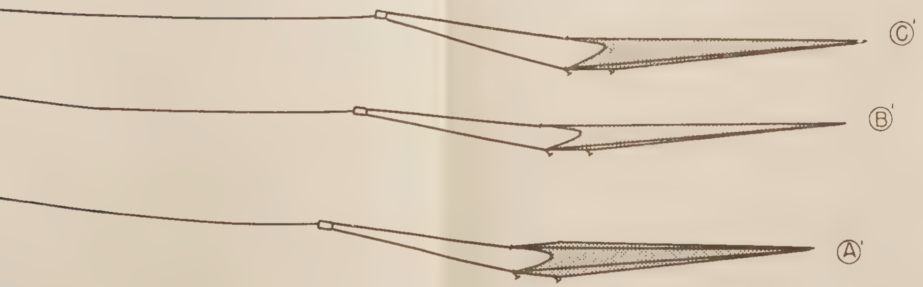

0
m
20
40
Depth
15°
17°
Warp length 200 m
0
m
20
40
60
80
Depth
15°
17°
23°
Warp length 260 m
0
m
20
40
60
80
100
Depth
17°
23°
Warp length 286 m

第21図　各曳索長，

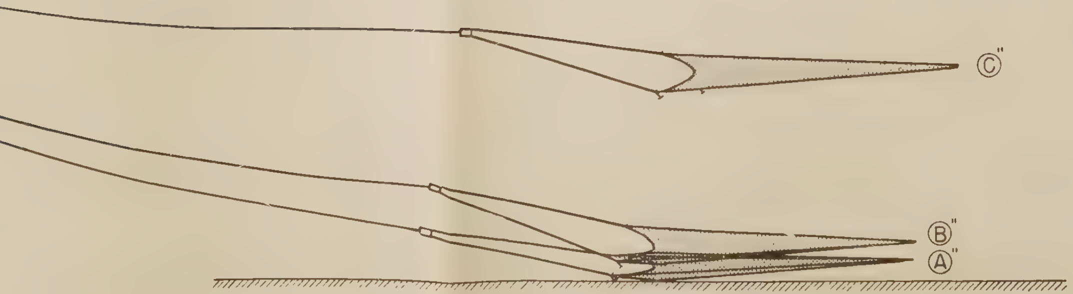
	項目 速度	船尾曳索ノ伏角	O.B.ノ深サ	網ノ上支点ノ深サ	網ノ下支点ノ深サ	G.R.中央部ノ深サ	GR中中点カラ下支点迄ノ高サ	GR中央点カラ脇縄中央迄ノ高サ	Cod末端ノ深サ
Ⓒ	2.8kt	15°	31m	38m	43.1m	42.5m	-0.6m	2.92m	39m
Ⓑ	2.6kt	17°	40m	45m	50.7m	50.3m	-0.4m	3.28m	46.7m
Ⓐ	2.3kt	17°	43m	48m	53.6m	53.2m	-0.4m	3.25m	49.5m



	項目 速度	船尾曳索ノ伏角	O.B.ノ深サ	網ノ上支点ノ深サ	網ノ下支点ノ深サ	GR中央部ノ深サ	GR中央点カラ下支点迄ノ高サ	GR中央点カラ脇縄中央迄ノ高サ	Cod末端ノ深サ
Ⓒ'	2.9kt	15°	44m	48m	52.5m	52.5m	0.0m	2.5m	48.7m
Ⓑ'	2.4kt	17°	58.5m	62.6m	65.62m	65.7m	0.08m	2.8m	63.4m
Ⓐ'	2.3kt	23°	77m	81m	85.02m	85.6m	0.58m	2.6m	81.8m



	項目 速度	船尾曳索ノ伏角	O.B.ノ深サ	網ノ上支点ノ深サ	網ノ下支点ノ深サ	GR中央部ノ深サ	GR中央点カラ下支点迄ノ高サ	GR中央点カラ脇縄中央迄ノ高サ	Cod末端ノ深サ
Ⓒ''	2.9kt	17°	63.8m	67.7m	73.9m	73.5m	-0.4m	2.48m	70m
Ⓑ''	2.5kt	23°	88.3m	95m	101m	101.2m	0.2m	1.25m	97.5m
Ⓐ''	2.3kt	23°	96m	100m	103.1m	103.7m	0.8m	1.5m	100m



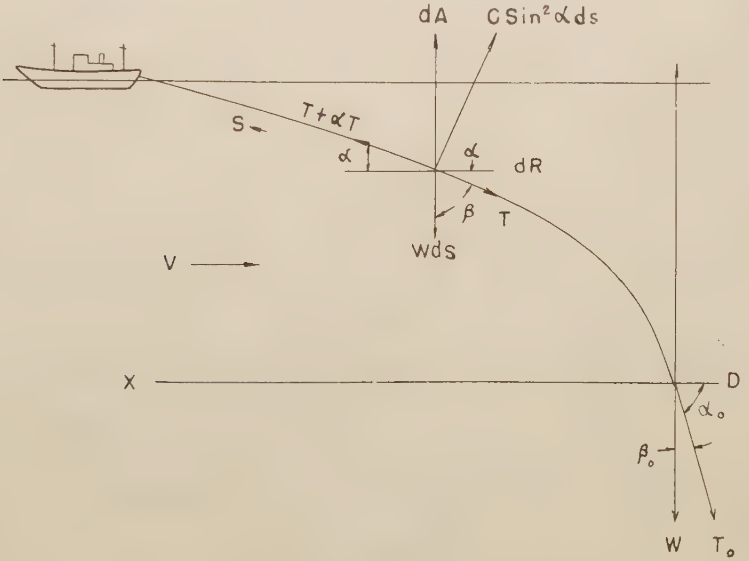
註. 身網の形状は概略図とした.

別の漁具側面図

イ．　曳索の形状及び網の深さに就て

前項の大型模型実験の場合と本項の実物網の実験の場合とでは曳索の形状に就ては全く対称的である。即ち前者は曳索が流れの方向に吹かれて彎曲しているが、本実験の場合は下に彎曲している事が各測面図に於ても見られる通りである。前者は曳索に径 16mm の Manila rope を使用し、後者は同径の Wire を使用した。即ち単純に曳索のみ曳航する場合は全水中重量と全流水抵抗の関係でいずれの曲線をとるかが決つて来る事になる。前者の場合は抵抗の方が自重より上回つて居り、後者の場合はその逆になつている。両者が相釣合う様な場合は曳索は殆んど直線に伸びると見て良いであろう。

勿論 O.B.、網その他曳索末端に働く垂直及び水平方向の力によつて曳索の形状も異つて来るのは当然である。是等曳索の形状は現実的には直接知る必要はなく、要するに O.B 並びに網の水深を知る事である。その深さを計算で求めるにために数値計算を行うとすれば、漁研技報第3号167頁（曳航式中層遠隔温度計の試作研究）の数式を利用する事も出来る。



第　22　図

曳網中の O.B 及び網の深度はその沈下力（自重＋潜降力）と曳索の抵抗との釣合によつて決定される。第22図の様に網（又はO.B.）が曳かれる場合 O.B.（又は網）を原点として深度(y)，水平距離(x)，索の長さ(S)，張力(T)を計算する。

w……曳索の単位長の水中重量

R……曳索の抵抗

b……曳索の直径

v……曳網速度

L……網(O. B. を含む)の潜降逆揚力

D……網(O. B. を含む)の抵抗

G……O. B. 網全部の水中重量

W……$L+G$

$$T=T_0 f(\cos\alpha)$$

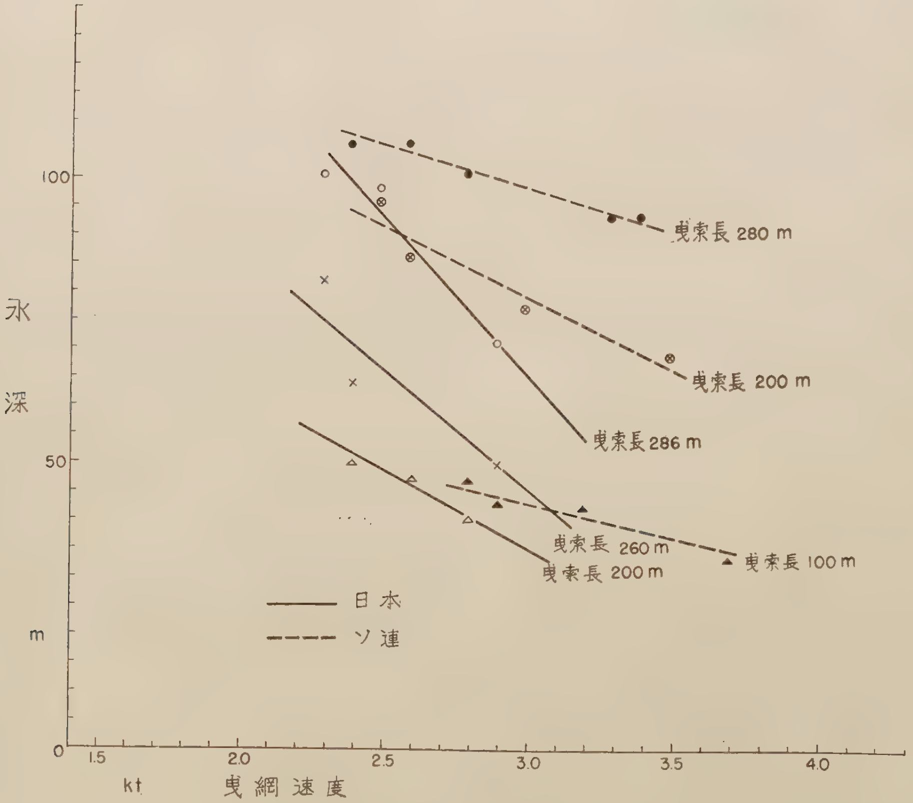
$$S=\int_{\alpha 0}^{\alpha}\frac{T_0 f(\cos\alpha)}{W\cos\alpha-C\sin^2\alpha}d\alpha$$

$$x=\int_{\alpha 0}^{\alpha}\frac{T_0 f(\cos\alpha)\cos\alpha}{W\cos\alpha-C\sin^2\alpha}d\alpha$$

$$y=\int_{\alpha 0}^{\alpha}\frac{T_0 f(\cos\alpha)\sin\alpha}{W\cos\alpha-C\sin^2\alpha}d\alpha$$

但し $f(\cos\alpha)=\left\{\dfrac{1-\cos\alpha_0\left(1-\dfrac{W}{2C}\right)+\left(1-\dfrac{W}{2C}-\cos\alpha_0\right)\cos\alpha}{1-\cos\alpha_0\left(1-\dfrac{W}{2C}\right)-\left(1-\dfrac{W}{2C}+\cos\alpha_0\right)\cos\alpha}\right\}^{\frac{\frac{W}{2C}}{\sqrt{1+\left(\frac{W}{2C}\right)^2}}}$

$$C={}^1/_2\rho v^2 Cxb$$



第 23 図 曳索長別の網の水深変化（日，ソ）

但し後記する様に実際にのぞんでは、網附近の流速と曳船のそれとでは必ずしも同一ではなく、実際と計算とは一致しない。従つて此処では計算式を参考程度に紹介して置くのに留めて置く。

次に日、ソの曳網速度、曳索長、O. B. の水深との関係を求めたのが第 23 図の様になる。

同図で見られる様に一応ソ連の中層曳きと比較してみると、網のとる水深と曳索長との関係では遙かにソ連の方が優位にある。この事は、ソ連の漁具の詳細が不明のため網の水深を深くさせる主因が何処にあるか不明であるが、一応 O. B. と網に装着した Depressor によるものとすれば網成りとしては一考を要するが、いずれにしても相当な沈降力を有している事は間違いない様である。

日本（日魯稚内で実験したもの）、ソ連の網を深くする性能を比較して見よう。

先ず日ソの曳索長と網の水深との比を表にして見ると次の様になつている。

第 8 表　日、ソの曳索長と網の水深との比

国別 / 曳索長 / 速度	日	本		ソ		連
	200 m	260 m	286 m	100 m	200 m	280 m
2.5kt	$\frac{1}{4.2}$	$\frac{1}{3.9}$	$\frac{1}{3.0}$	$\frac{1}{2.1}$	$\frac{1}{2.2}$	$\frac{1}{2.7}$
3.0〃	$\frac{1}{5.8}$	$\frac{1}{5.8}$	$\frac{1}{4.4}$	$\frac{1}{2.4}$	$\frac{1}{2.5}$	$\frac{1}{2.9}$
3.5〃	—	—	—	$\frac{1}{2.8}$	$\frac{1}{3.1}$	$\frac{1}{3.1}$

第23図並びに第 8 表に見られる様に、ソ連は速度による網の水深位の変化が日本より遙かに少く、又曳索長との比が小さい。例えば、曳索長 200m と 280m で 3.0kt の曳網時には $\frac{1}{5.8}$ と $\frac{1}{2.4}$、$\frac{1}{4.4}$ と $\frac{1}{2.9}$ の比となつて相当な差が見られる。

網に与えられた沈降力（自重と潜降力との和）が曳索末端に如何程与えられているかを検討してみる。先の式を使用すると複雑に亙るので、今回は略算式で検討してみる。この式は曳索の自重を無視してあるので、求められた数値は絶対値とせず比較数値として扱う事とする。

$$W=1/2\rho v^2 c\times bH^2/S$$

W……曳索末端に働く沈降力

ρ……1.05×10^2

v……曳網速度

b……曳索の直径（日……16mmワイヤー、ソ連……12mmワイヤー）

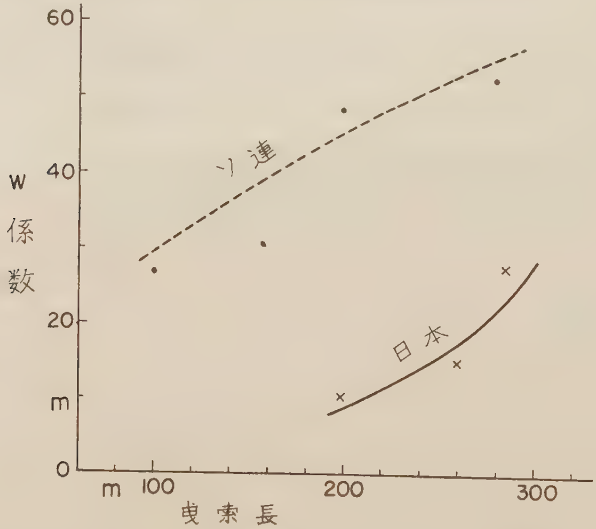
H……曳索末端の水深

S……曳索長

Cx……曳索の抵抗係数　≒1とする

第9表 *W* の値

項目 曳索長	速度	日本	ソ連
280m	3.0kt	28.5	51.5
260 〃	〃	14.8	—
200 〃	〃	11	48
100 〃	〃	—	26.5

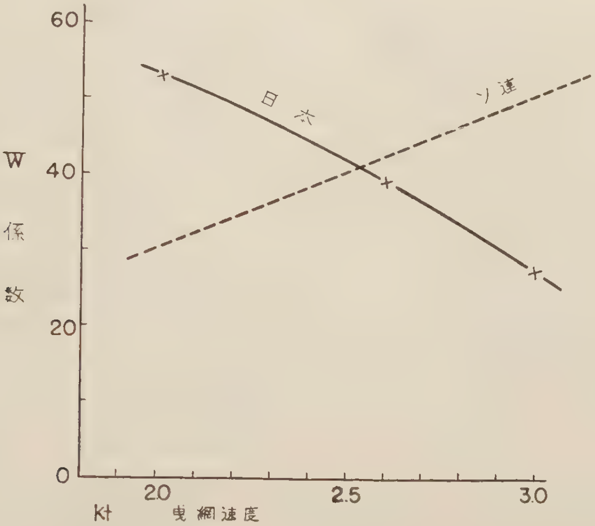


第24図 日，ソの曳索末端に働く沈降力の比較係数

第9表、第24図に示す様に両者には相当な開きがある。又同図では両者の曲線の性質が異つているが、是は後述するが、曳索の直径が異るためであつて、日本の場合はソ連の場合より曳索長が伸びると謂所 Depressor その他による潜降力よりも曳索の自重が効いているためと推察される。一方、ソ連は自重よりも潜降力が効いている事が推察される。(日本は 16mm Wire、ソ連は 12mm Wire を使用)。次に曳索長 280m として各曳網速度別の *W* を計算してみたのが第10表第25図である。

第10表

項目 速度	曳索長	日本	ソ連
3.8ut	280m	28.5	51.5
2.6kt	〃	40.5	43.6
2.0 〃	〃	53.1	30.6



第 25 図　日，ソの曳索長 280 m に於ける各曳網速度別の曳索末端に働く潜降力の比較

第25図から推察される事は、曳索末端を沈める能率は曲線の傾斜から見て低速度(2.6kt 以下)ではソ連より稍々優る様であるが実用の速度 2.5kt 以上では速度が速くなればなる程ソ連より下回つている。即ち、今回の稚内の実験の場合は積極的に網を深める働きの能率はソ連より劣つている。即ち Wire, Otter Board の自重と Depressor の逆揚力との和がその作用力であるが、 Wire と O. B. の自重は一定である筈であるから Velocity により変る Depressor の能率はソ連と比べて少い。只低速時にソ連より優つているのは、Wire の水中重量が曳索長 280m で、日本では 168kg、ソ連で 105kg で約 63kg 日本の場合が多い。従つて低速時には日本の方が有利であるが、高速になるとソ連の Depressor か又はそれに等しいものの逆揚力が効いて来て日本を遙かに引き離す結果となるものと考えられる。従つて、日本は O. B. と Wire の自重でソ連の深さに或る程度近づいて居る事が判断される。然し Depressor に於てはその絶対値で負けている事になる。これはソ連が今回の稚内方式を使用したと仮定しての事であつて、若し Depressor を使用してないが、又は網にそれを装着してなく、O. B. 附近にそれを使用しているとすれば網成りも遙かに良好で又 O. B. の自重又はその附近の Depressor の潜降力と自重を含めたものも日本より優つていると云う結果になる。今仮りに流体的考慮を除外して、単純にソ連なみの水深を網に与えるためには曳索長 280m で 3.0kt の場合 O. B. にどれだけの自重を与えたら良いか又は O. B. の自重をそのままとして Depressor にどれだけの潜降力を与えたら良いかを計算してみる事が必要である。後述の Depressor の性能の項に述べた様に、3.0kt の速度の時に曳索末端に働いた下降力は次の通りであつた。即ち

O. B. の水中重量	80kg（1ヶ）
Depressor の大型の水中重量	35kg（1ヶ）

Depressor	小型の水中重量	$\frac{8}{2}$ kg (½ケ)
〃	大型の潜降力	90kg (1ケ)
〃	小型 〃	$\frac{55}{2}$ kg (½ケ)
網その他計器の水中重量		$\frac{5+3}{2}$ kg (½)
総 計(片側)		240.5kg

今仮りにに 3.0kt 於てソ連並みの深度を網に保持させるためには、第16表の比から概算すると次の下降力を曳索末端に与える必要がある。即ち

$$35 : 51.5 = 240.5 : x$$

$$x = 353.6\text{kg}$$

但し、ソ連のものは果してどれだけが自重でどれだけが翼効果による逆揚力であるかが不明であるので、それ以上の曳網速度でもソ連と一致させる事は至難である。自重と翼効果とは自に関しては下降力の性能が異つて来るから猶更である。具体的な事は今回使用した漁具に就てら流速の改善の項で述べる事とする。

ロ. 各操法下の O. B. と網との運動状態

第27図は O. B. と Cod end 末端部の深さの変化の経過を示すものである。先ずこの図で判る事は、曳網速度の増減、曳索の伸縮等によつて O. B. 及び網の水深が変化して然も両者が安定するのに可成りの時間を要している事である。各場合に就て順次解説してゆく事とする。

① O. B. と網との水深変化

網口下端両側に装着してある Depr. に依つて網自体の開口以上に網全体の深さを増す作用が働いているので、第27図に見られる様に O. B. と網との水深は常に同一ではない。然もその落差は一定でない。この事は Sweep line の上下長とも関連して網成りを崩しているこの事は後述する。次に操法の条件が変つた場合（曳網速度の変化又は曳索長の伸縮等）先ず例外なしに O. B. が先に水深変化を来し、その後網が曳き廻わされている様子が良く見られる。各場合に就いては ②～⑥ で説明する。

② 増速時の O. B. と網との運動状態

第 27 図内のⓊマークが増速時の動態経過である。

増速を実施してすぐ現われている共通の現象は、先ず O.B. にその影響が出て居る事である。それは先ず O. B. の水深が浅い方に移行している。Cod end 末端の深さはそれより 2 ～ 4 分分程度遅れて O.B. より緩慢に浅くなつている。此の理由として考えられるのは、O.B. の水中重量とその抵抗で或る水深を保つていたのが、増速のために抵抗が速度の自乗で増加するのに対し、網のそれは速度の自乗以下 1.5 前後で抵抗が増加し各々の沈降力とのバランスの崩れ方が網より急である事が主なるものであろうと考えられる。従つて先ず O. B. が浅くなり、その

現象が Sweep line と身網長を通じて Cod end 末端に伝わるので、両者の運動にはその経過に前記の様な時間の「ズレ」が生ずるのである。この移行現象を 0915 の 200m 曳索長時、2.6kt から 2.8kt へ増速した場合を例にとつて図解してみたのが第28図である。増速差 0.2kt で Cod end の深さが浅くなつた量は 7m 程度である。完全に網が安定する迄には 10 分間を要している。然し略々前半の 4 ～ 5 分間で近似の安定状態になつている。これ等の事からみて、網の深度をコントロールする手段として速度の増減でやるか、曳索長の伸縮でやるか又は両者を同時に組合わせてやるのが得策かは、この項の終りに綜合して述べる事とする。対称魚種によつて自ら適正な曳網速度は決るであろうから、いずれにしても速度の大変化をする事は得策ではないであろう。曳索長によつて異なるが、船と網との水平距離を船の速度で割れば現在の船の位置の直下に網が来る迄の所要時間は決つて来る。魚深で探知した直下の魚群層位に網を誘導するためには、この時間以内に実施しなければならない制約が当然生じて来る。これ等をまとめて如何なる方策で網の水深層の変化を実施したら良いかは大きな漁法の問題点となる。

③　減速時の O. B. と網との運動状態

次が減速の場合であるが同図Ⓢがそれであつて、見られる様に O. B. が先に沈んでいる。同様網は Sweep line を通して O. B. に曳かれて沈む格好となつている。この場合の方が寧ろ増速時より網が安定するのに時間を要している。10分間もしくはそれ以上を要している事は第 26 図を見ても判然としている。第29図はその経過状況を示す図である。先ず O.B. が減速と同時に深みへ沈下して、それにつれて網が下に誘導されている。この場合 O. B. の水中重量は 80kg あつたので、若し水中での重量が零の O. B. を使用すればこの O.B. 運動は緩となるであろう。同じく網が安定するのに約 10 分間を要している。網と O. B. との水深差が急に開くと網が安定するのに割合長くかかる様であるから、若し速度変化を大きくしたい場合も一度に減速せず徐々に小刻みにやる方が網の O. B. に対する追従性を容易にし、かえつて安定所要時間も少くなるかも知れない。と云うのは O. B. の急落による惰力のため、より以上深くへ沈み過ぎその後再び安定水深迄浮揚すると云う二度手間が省けるからである。

④　曳索伸長時の O. B. と網との運動状態

曳索伸長は丁度減速と同じ状況である。即ち O. B. 及び網の対水速度が略々曳索伸長速度分だけ減少するからである。従つて漁具の形状変化も大体似合つたものとなる。伸長程度によつて又曳索伸長速度によつてこの変化が種々な傾向をとるのは勿論である。今仮りに曳索伸長を急に速めると、その時 O. B. が急に深くなつて再び曳索伸長速度を緩やかにしてから O. B は上昇し浅く、又除々に深度を増してゆくと云う状況になるであろう。是は前の減速の項で述べた様に、伸長速度がその前後と比べ速くなつたので曳網速度を急低下した場合と一致する。僅か 26m 伸したために約 10 分又はそれ以上の時間が安定に要している。この時の曳索伸長速度は 0.15m/s (0.78kt) であつた。

⑤　曳索短縮時の O. B. と網との運動状態

今回の実験時にはこの操作は行なわかつたが、稍々似た状況が次の揚索過程であるので一応この項は⑥で代用する事として省略する。

⑥ 揚索時の O. B. と網との運動状態並びに Flapper の必要の有無

揚網（索）時に、これ等網漁具の動態を知る必要は次の意味からである。即ち海深が曳索長より小さい海域に於ては、O. B., Depr. 網等が海底に接触する事を嫌う中層曳き（破網等の事故を発生しやすいので）では、特に揚索方法の具体策を事故防止の点からも発見せねばならないからである。又対称漁獲物によつては、網口から魚の逸脱を防止する事も肝要な点である。是等の観点から第31図に就て検討してみる。此の時の操作条件は船速は 1.5kt (0.77m/s) 程度の前進を保持して然も揚索速度は 0.22m/sec（前期）～0.25m/sec（後期）であつた。都合網及び O.B. の対水速度は 0.99m/sec～1.02m/sec (1.95kt～2.0kt) 程度となつていた。この速度で O. B. 及び網は 63m 及び 68m から 95m 及び 100m に沈降している。即ち、O. B. で 32m、網で 32m 沈降している事になる。対水速度が更に低下すれば是等沈降度合は当然上回る事が考えられる。又同一対水速度でも船速と揚索速度の割合によつては又自ら異つた状況が現われる事が予想されるので、装備してある winch の能力及び漁具の強度とも考え合せてそれらの各速度（曳船の前進速度及び揚索速度）を決定せねばならない。

即ち、船速を速めて揚索をゆつくりやるか、船速を遅くして揚索を速くやるかは船の能力によつて自ら決つて来る事であろうが、揚索を速くする事はその作業を短時間で終らせる事とも一致するので、この点から船速を従として決定すべきであろう。次に船体が受けている風圧も無視出来ないので海深が割合浅い場所で船首方向から風圧を受けている場合は特に注意をしなければ漁具が海底に接触して思わぬ事故を起す事にもなりかねない。

次は折角入網している魚族を最終的に甲板上に取り上げない中に、揚索中に網口から亡失させる事はないであろうかと云う点が問題となつて来る。

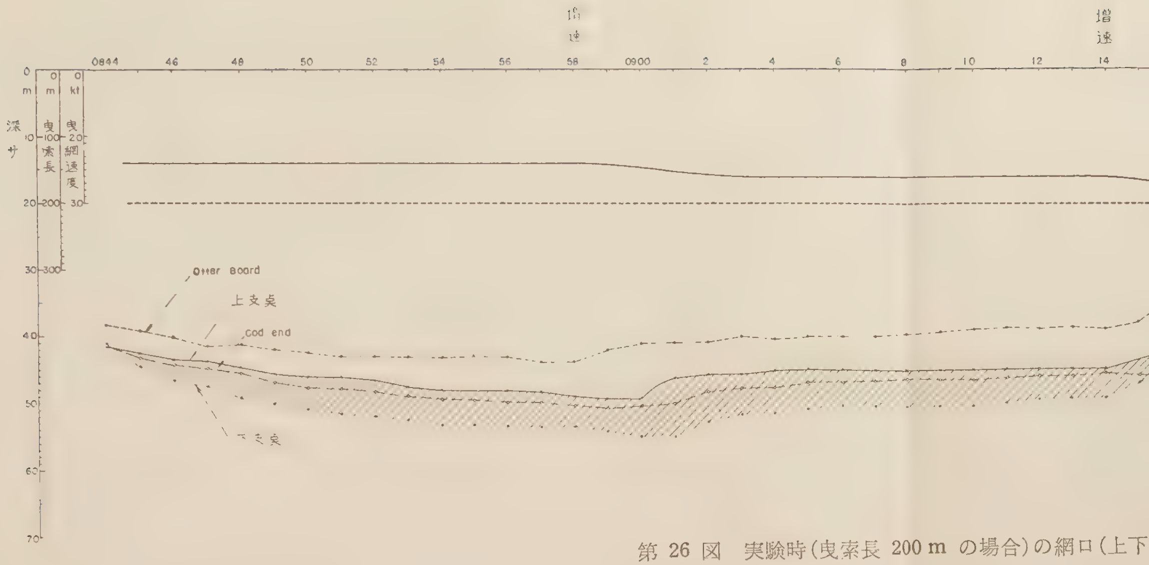
即ち、揚索中の網の形状と魚（但し死魚の場合）の浮上速度との関連性に於てこの心配はない訳ではない。この点に就て考察を試みてみる。

漁獲物が鰾を有するものであれば網が浮上するにつれ、鰾が膨脹して魚体に浮力が生じて来る。今第 31 図を見ると判る様に、31 分～37 分程度迄は網口が上向きとなり、34 分前後は Cod が略々網口の下方にある。今 1 気圧の差で鰾がふくれ出すものとすれば 32 分頃にはそろそろ Cod 内の魚体に浮力がつき始めたと見て良いであろう。

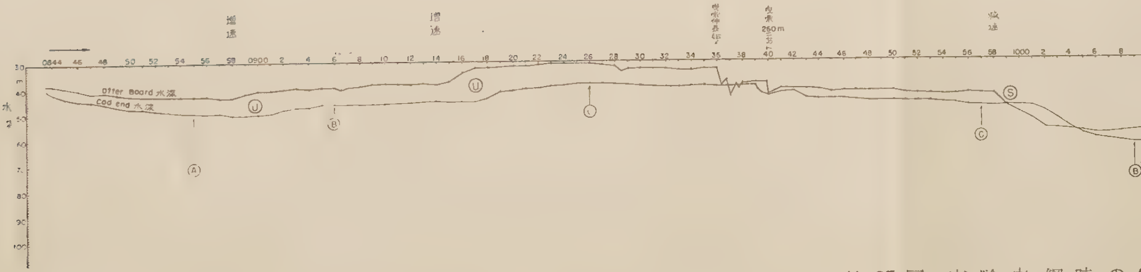
その時の魚体の浮揚速度を Xm/s（勿論 X は一定でなく漸次増速する事が予想される）とすれば、網の垂直方向への上昇速度は 1 分間 7 m 程度であるから 0.12m/sec となる。網口が上向きに開いて魚が網口より逸脱し得る網の形状の持続時間が約 6 分間であるから、次の式によつて Flapper の有無の必要性が決つて来る。

即ち

$$X>0.12\,\text{m/s}$$

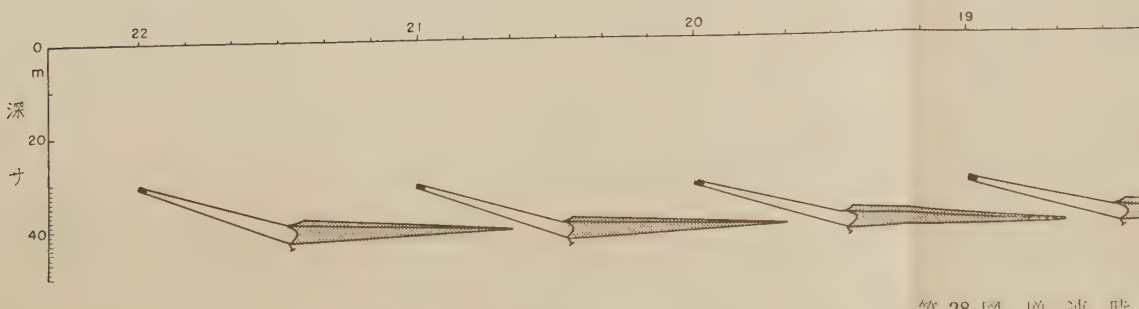


第 26 図　実験時(曳索長 200 m の場合)の網口(上下

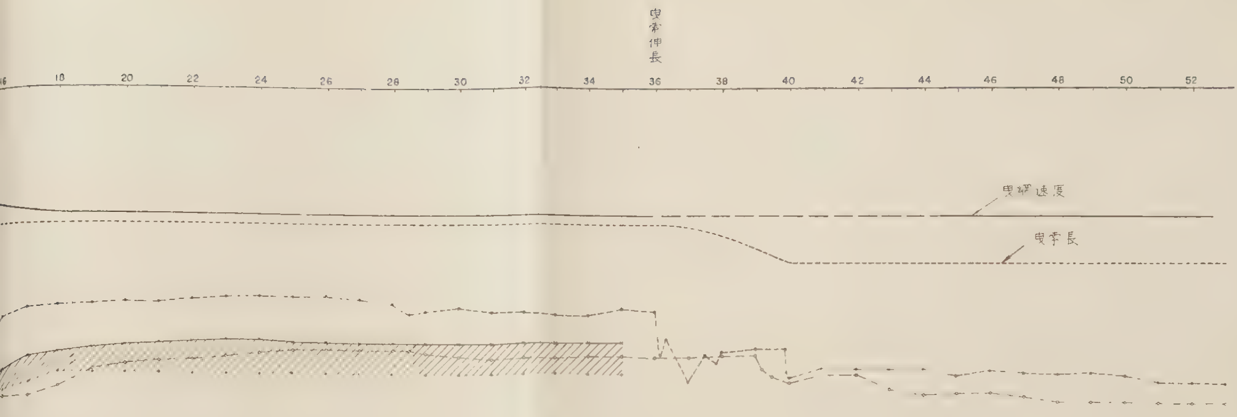


第 27 図　実 験 曳 網 時 の

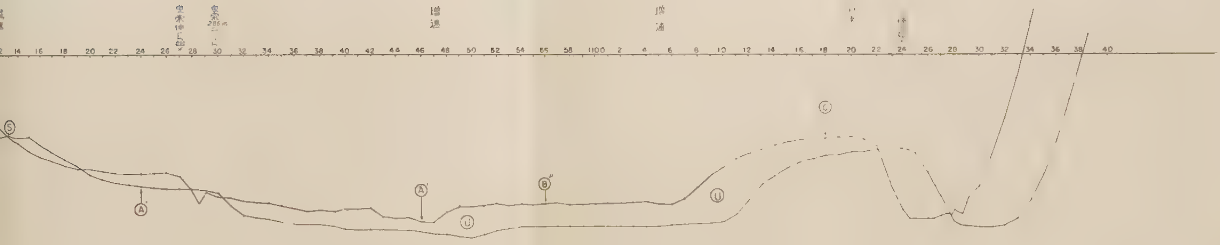
増速過程　(2.4— 2.6 kt へ)


22
21
20
19
0
m
深サ
20
40

第 28 図　増 速 時

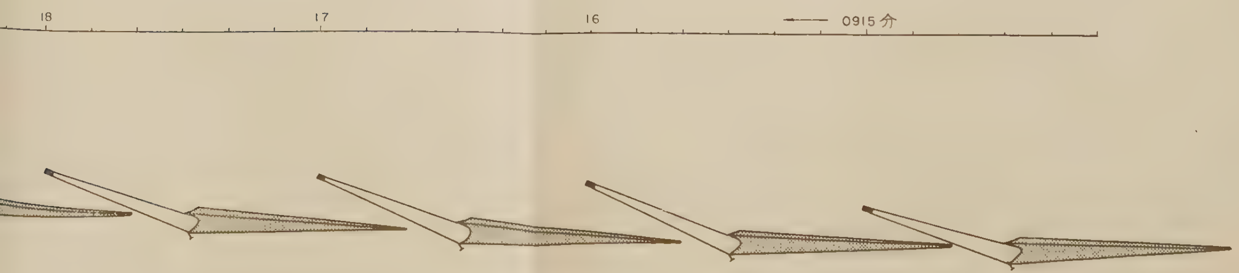


点高さ）の掃海層と Cod end 末端の深さ及び O.B. の動く軌跡

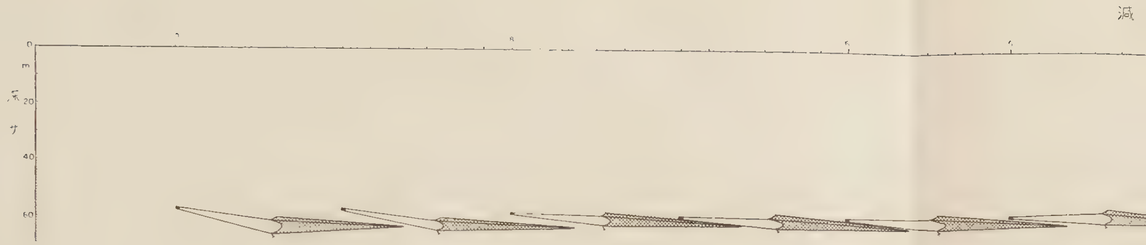


. と Cod end の深さの変化状況

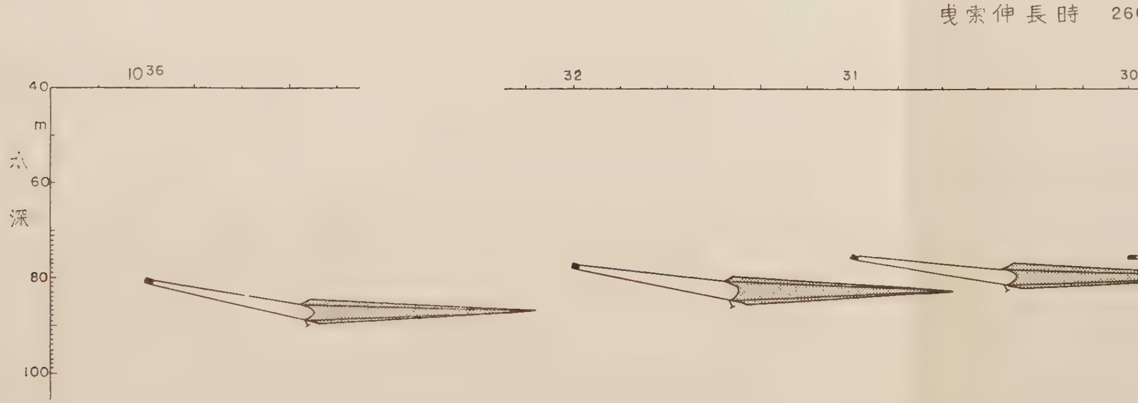
長200 m


18
17
16
0915 分

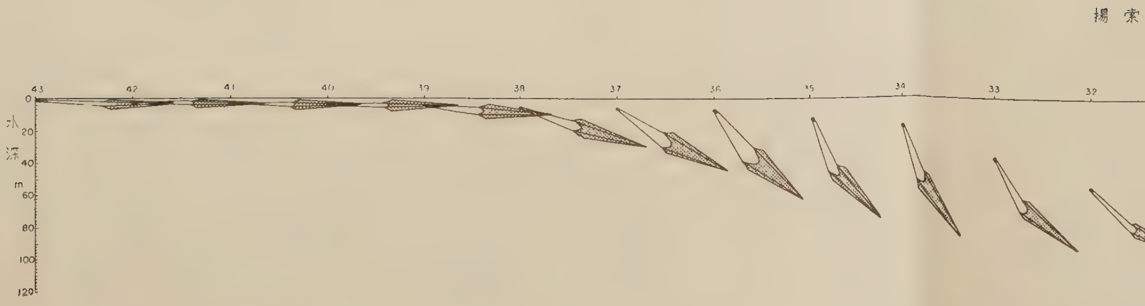
.B. と網の変化状況


減
0
m
深サ
20
40
60
8

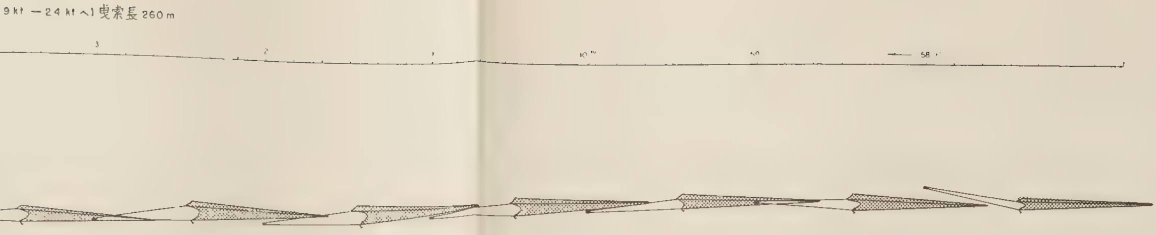
第29図 減速


曳索伸長時 26
10^{36}
32
31
30
40
m
水深
60
80
100

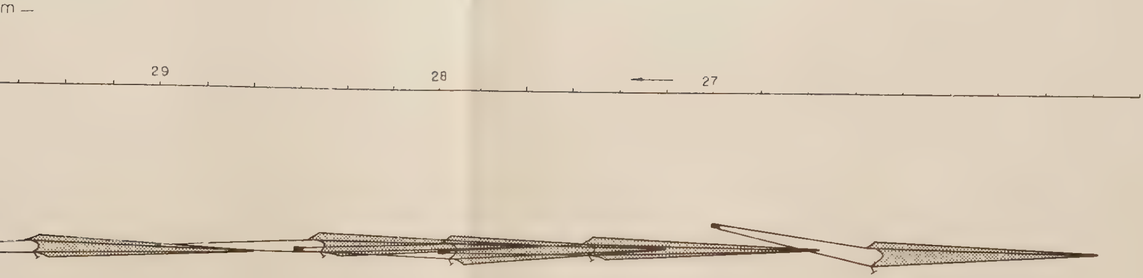
第30図 曳索伸長時


揚索
43
42
41
40
39
38
37
36
35
34
33
32
0
水深
m
20
40
60
80
100
120

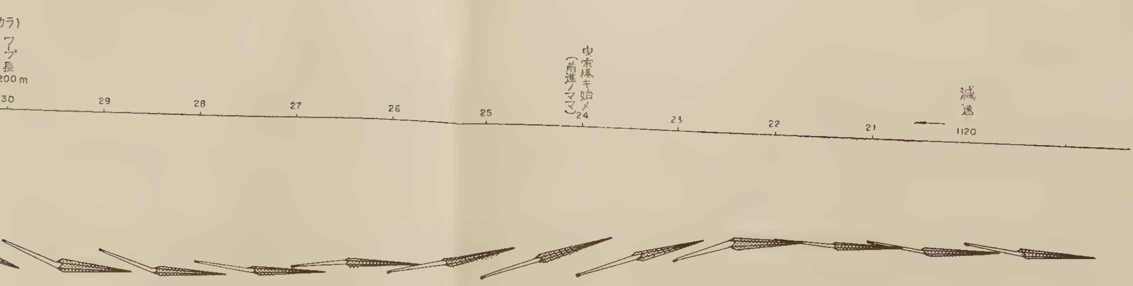
第31図 揚索時の


9kt −24kt へ) 曳索長 260m
3
2
1
10m
50
58

の変化状況



網との変化状況


カラ)
ワープ長
200m
30
29
28
27
26
25
曳索捲キ始メ
（前進ノママ）
24
23
22
21
減速
1120

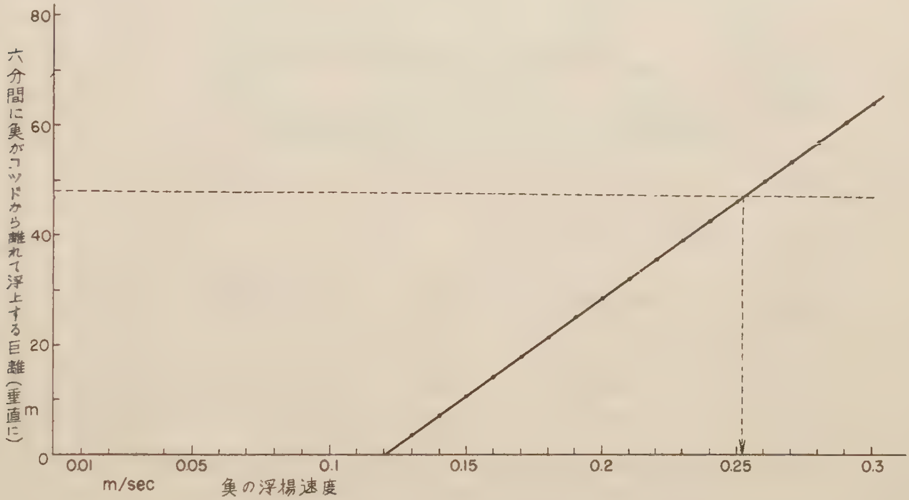
との変化状況

この場合は魚は cod 末端から網口の方へ移動を始める。網口に達する迄には

$$L=(X-0.12)\times 360\text{秒}$$

L……魚が Cod end から離れて浮上する垂直距離

上式の数値（L）が 48m（網長）より長いか等しいか短かいかによつて網口迄魚体が達するか越へるかが決つて来る。今仮りに魚体の浮揚速度を 0.01m/sec～0.3m/sec と仮定してグラフを作つてみると次の様になる。0.12m/sec 以下の場合は、魚体は Cod から移動しないので問題はないが、それ以上の場合が問題である。



第 32 図　魚体の鰾による浮揚速度と網口からの逸脱との関係

第 32 図に示す様に、この場合魚体の浮揚速度が 0.25m/sec 以上の場合は完全に網口外に逸脱する事になる。勿論網口迄達せずとも網口附近迄は 0.25m/sec 以下の速度でも揚網終了時迄に網口外に脱出する可能性のある危険な位置迄達する事が考えられる。

それは網を揚げる直前は曳船の舷側附近で、波その他で網をシヤクルので網口が垂直に 15m 以上も開口している状態では可なり危険である。

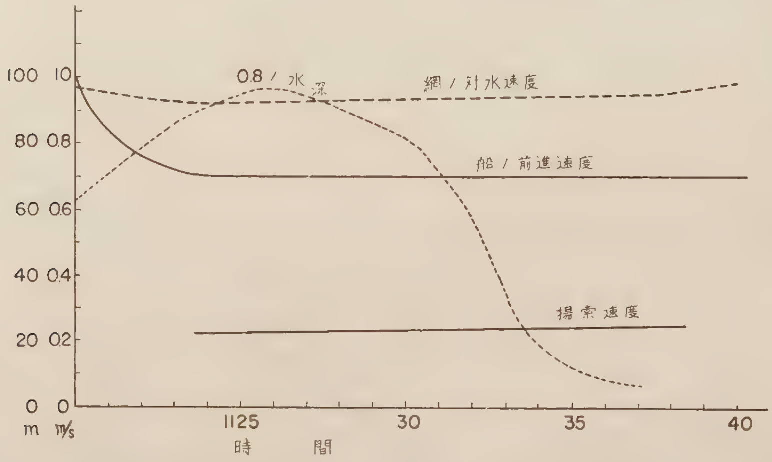
この点から云つて網長の½より網口の間に魚があれば一応この事を考慮する必要があろう。又魚の浮揚速度は海表面に近づく程急速に増加する事が以西底曳網の模様からも推察出来る。以上の様な事を種々考え併せるとやはり鰾を有する魚族を対称とした場合 Flapper は可成りの必要性を増して来る。然らばどの辺にどの様な Flapper を如何なる装着法でつければ良いかが問題となる。是は予想される最大漁獲量がこの網を使用した場合 Cod end からどの位の長さに詰るかで決定せねばならない。是は現場諸彦に於て決定すべき事である。又如何なる Flapper が良いかとなると先ず考慮せねばならぬ点は Flapper 装着のために網成りを極力崩さない様なものとする事が望ましい。一応この事から良いと考へられる方法は、漏斗状の筒網を Cod

より前の曳網の、しかも前記の最大漁獲時の魚が詰るであろう最先端部に装着する事であろう。

八　揚索の方法

揚索時に船の前進を止めると次の様な不都合が生ずる。即ち

① 海底の水深が浅い場合は、O.B. 及び網が海底に接触して破網その他の事故が生ずる恐れがある。



第 33 図　揚索時の船、網の対水速度、揚索速度と O.B の水深変化状況

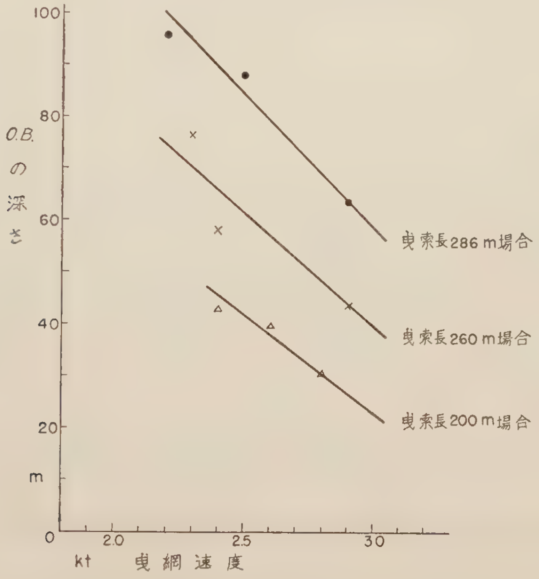
② 曳索及び O.B. の自重のため急激に O.B. が沈降しそれにつれて網が Sweep line を通じて O.B. の円弧の軌跡上をふり廻わされ、極端な場合 O.B. は船の直下に沈み、曳索が垂直になり、その曳索に Sweep line 及び網がからむ。

③ 揚索が困難になる、即ち船の船尾 Roller から曳索が直角にまがるため揚索に甚だ力を要し又曳索の消耗を速める。

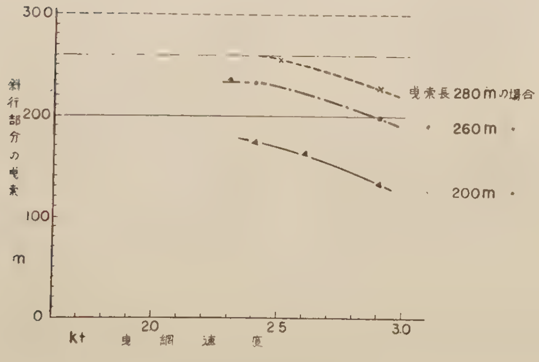
以上を防止するためには、船を前進させつつ是を行う事が肝要となる。然し曳網速度のまま揚索すると、網の対水速度は船速と揚索速度の略々和となり、非常なる抵抗を生じ揚索に困難であるばかりか漁具に無理を来すので出来る限り船速を落す必要がある。この船速の低下限度がある筈である。即ち漁具が海底に接触する様な速度低下では不可である。今回の実験では曳索長 280m の場合、揚索速度が 0.22～0.25m/sec で実施したがその時の船速は 1.4～1.5kt にした。その時の O.B. の最深位は 95m 網の下部は 102m 程度になつた。従つて今回の条件下に於ては少くとも海深が 102m 以深でないと事故を起す恐れがある。又この時の O.B. 及び網の対水速度は 0.99～1.02m/sec (1.95～2.0kt) 程度であつた。従つて装置する Winch 馬力も良くこの点を考慮に入れて置くべきである。

二　網の水深を任意に Control する場合の具体的方法

先ず、実際の中層曳網漁業で必要とする最大曳網深度を 100m 程度とし、その曳網速度を3.0kt前後と仮定して先を進める。本実験に使用した漁具を使用して（但し網を沈下させる Depressor の能力を O. B. 及びその前方に移し、O. B. と網とを同一水準線に曳く形態として）3.0kt で曳網する場合の O. B.（網と同じ）の水深と曳索長との関係を示したのが第 34 図である。



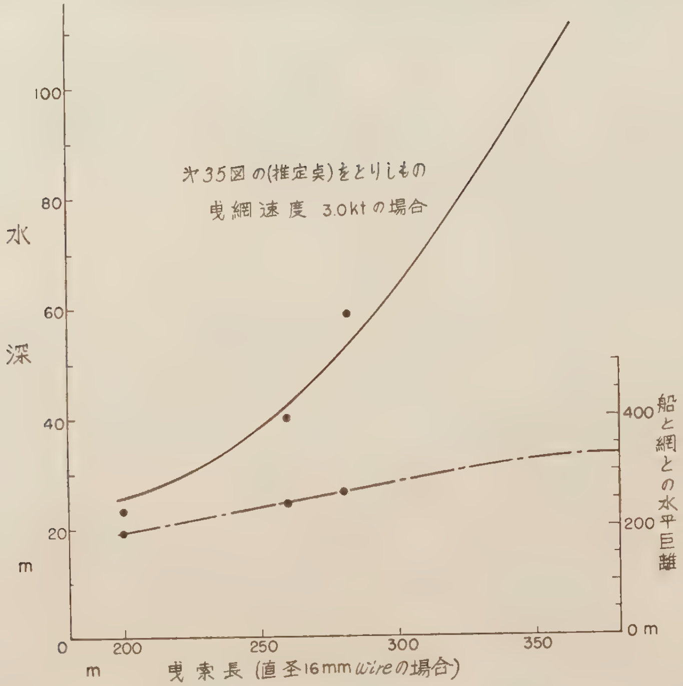
第 34 図　各曳網速度に於ける O. B の深さ



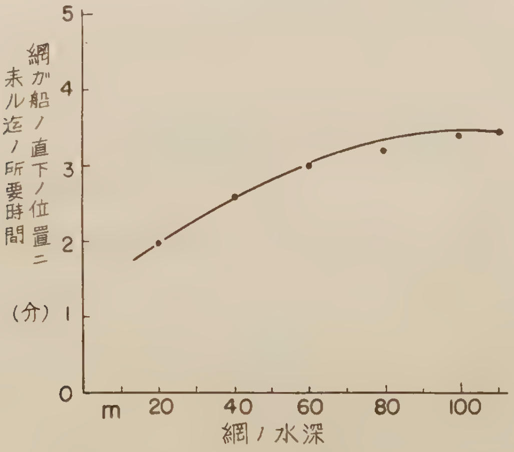
第 35 図　各速度別曳索の斜行部分の長さ

3. 0kt（1. 55m/sec）の曳網速度であると、現在の船の直下に網が来るのには次図の様な関係で時間が要る。

網の水深が 100m の場合で 3. 4 分間、50m の時 2. 8 分間しか要しない。若し、垂直魚探機で直下に不連続の魚群を発見した場合、是を入網させるためには これらの時間以内に網を制御



第 36 図　30 kt 曳網時の曳索長と網の水深との関係並びにその時の船と網との水平距離



第 37 図　船の下に網が来る迄の網の各水海に於ける所要時間

しなければならない。その網の水深の変化量が少い場合は問題でないが 5m，10m と変化させる場合は一応 3.0kt の儘では困難であろう。

具体的な方法として考えられる曳網速度の増加と曳索の捲縮は、孰れも網を浅くするのに役

立ち、曳網速度の低下と曳索の伸長とは共に網を深くするのに役立つ訳である。

今、曳網速度の増又は減によつて網の深さの調整を行う場合、先ず考えられる事は O. B. の展開力の変化であり是は網口幅及び網高さの変化となつて現われて来る。勿論網の深度の変化ともなる訳であるが、結局は元の適正な曳網速度に復元しなければならないとすると、折角曳網速度の増又は減によつて所定の深度に網を誘導したとしても再びその速度の復元のために網の位置も復元する事となり意味がない。

又曳網速度の増減と曳索の縮伸とを組合わせて実施した場合は益々その調整に複雑さを加え所要時間が永びくばかりである。

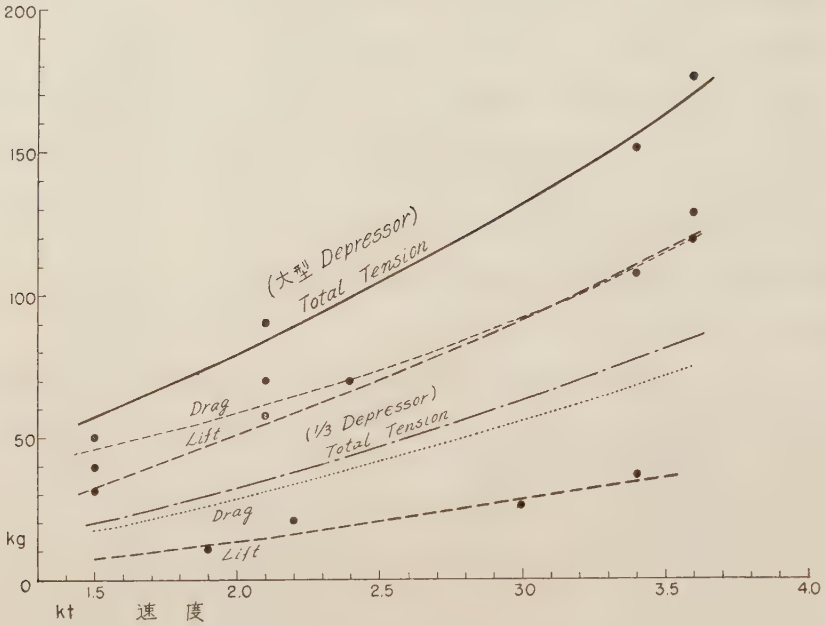
一方、曳索の伸又は縮だけで網を誘導する場合は、その伸又は縮が終れば再び網の深度を変更する場合以外には伸又は縮する必要がない。その伸縮の過渡期には O. B. 及び網の対水速度は若干変るが他には網の幅幅び高さを変化させる要素は含んでいない。曳網速度を一定にして是をを行へばその過渡期には O. B. 網及び Depr の対水速度が変るが、曳船そのものの速度が変らないのであるから大体それらの潜降力はその過渡現象以外には一定である筈である。曳索を 200m から 260m に伸長する事により今次実験では 2.3kt 附近で 32m、2.5kt 附近で約 20m、2.8kt 附近で 7m 程度深くなつている。この場合の曳索伸長速度は 0.13m/sec 程度であつたから極く除々である。この場合網が安定するのに 5～10 分程度要している。然しこの安定は完全に安定する迄の事で、実際魚が入網するのに差支えない程度には 3～4 分程度であろうと推定される。勿論 O. B. の水中重量の有無又はその大小によつてこの安定時間には相当の差が出るものと考えられる。謂われている O. B. の水中重量の零化はこの意味から謂つても余り香しい方策ではない様に考へられる。以上の事から結論的には曳索の伸縮のみによつて網の深度調整は実施すべきであろう。勿論このためには後述の網深さの遠隔伝達装置が不可欠の事は申す迄もない。

ホ Depressor の性能

今次実験に使用した Depressor の性能は稚内に於て日魯漁業で調査したデーターを基にして修正値により略々 Depressor のみの性能のものとして曲線を求めてみたのが第 38 図である。即ち同調査では鉄玉を装着してあるので第 4 回目の鉄玉を除去した測定により他をグラフから修正して求めたものである。

次に今回の実験時に是等 Depressor を装着した場合その沈降力がどの様な作用をしているか検討してみよう。

第 21、45、46、47 図により O. B. から後方に如何程の潜降力が働いているかを求めてみると次表の様になる。



第 38 図 Depressor（大小）の性能曲線

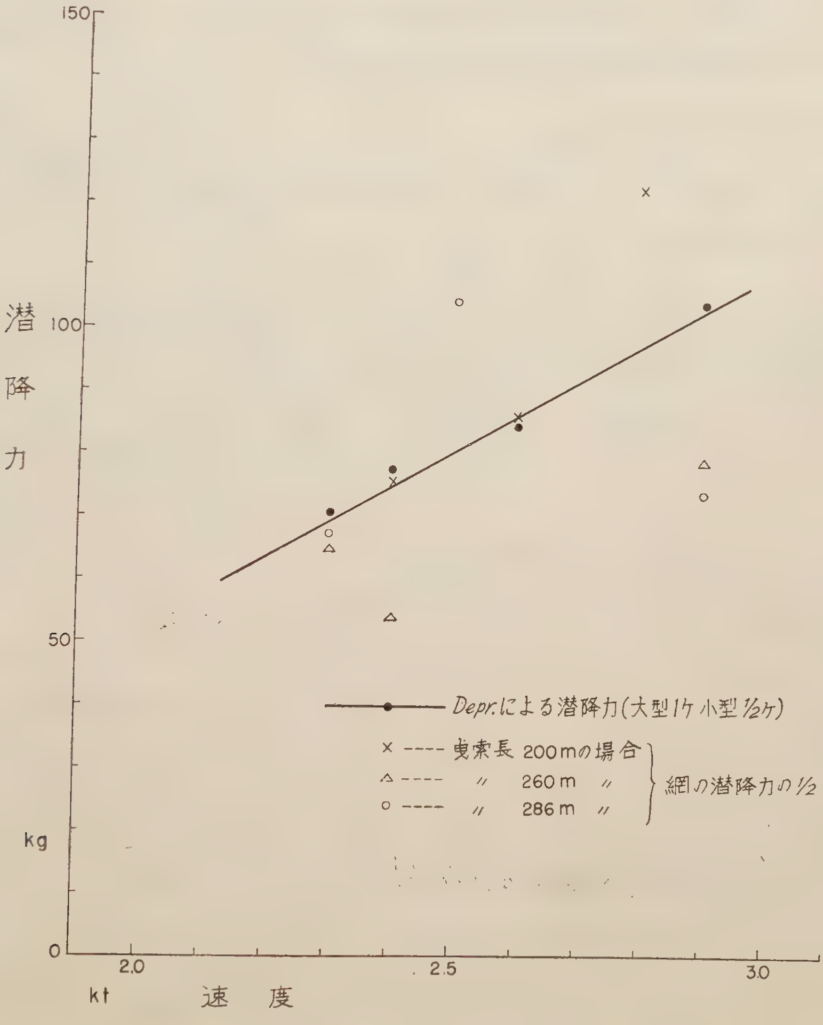
第 11 表

曳索長	速度	θ_0	T_0	スイープライン張力		T_1	θ_1	実際の網の		Depr（大 1 ケ, 小½ケの和）	
				上	下			潜降力	抗 力	潜降力	抗 力
	kt		kg	kg		kg				kg	kg
200m	2.4	17.8°	540	230		513	8.5	75.8	507.3	78	90
	2.6	18.5	580	250		551	9	86.18	544.22	85	98
	2.8	19.5	630	280		592	12	123.14	578.98	94.5	109
260	2.3	15	480	300～310		464	8	64.49	459.36	71	85
	2.4	14	490	280～285		475	6.5	53.97	412.15	74.5	90
	2.9	15.2	560	300		540	8.5	79.8	534.06	100.5	114
280	2.3	16.4	505	330		484	8	67.27	534	71	85
	2.5	16.2	525	345～350		504	12	104.8	493.9	80	93
	2.9	13.5	545	400		529	8	73.53	543.7	100.5	114

θ_0……Sweep line と進行方向とのなす交角
T_0…… O. B. 直後に於ける網漁具の抵抗（網の抵抗の $\frac{1}{2}$ に相当）
θ_1……上 Sweep line の伏角
T_1……T_0 Cos θ_0

第 39 図は第 11 表により今次実験時網に働いた実際の網漁具の潜降力と Depressor のもつ潜降力との関係を示したものである。Depressor の単独曳航試験時の水中重量は 25kg であつ

たが、今次試験時はそれが 35kg となつており約 10kg 増加していた、是は重量物の添加を意味しているのでその潜降力も第 12 表のものと若干異つて来ている事が推定出来る。



第 39 図　Depr. の潜降力と網に実際に働いて潜降力との関係

次に、網の抵抗も直接是を測定し得なかつたので（下側 Sweep line 装着の張力計故障のため）別に前記の様に二曳船で網だけの単独曳航張力を低速度で測定し、それをグラフにより所要の速度に換算したので若干の異同は止むを得ない。第 40 図に見られる Depr の潜降力を中心として両側に網の潜降力が plot されている処からみて、一応両者が近似しているとみて良いであろう。従つて、この網にこれらの Depressor を使用すると O. B. から約 6 ～12°の傾斜を Sweep line が持つ事になるので網成りを常に正常に保持する様に上、下 Sweep line 長を決定する事は甚しく困難であり、この事は前項及び後項で説明した様に網口を前後にずらせる結果

となり網成りを崩壊させる。

従つて Depressor によつて網に潜降力を与へる思想は中層曳き漁具にとつて香しくない事となる。網に与へる浮力、沈降力、揚力、潜降力は常に各速度に於て互に相殺し然も個々を適正に開く能力のものである事が理想であつて、両者の孰れが勝つていても網成りを崩す原因となる事を忘れてはならない。

へ　網の内外の流速

曳船速度は Hand log と流木とで測定し、網中の流速は当研究室設計試作の流速計で測定記録した。その諸値を挙げたのが次表である。

第 12 表

測定の種類 曳索長	曳船速度		網中流速		網内外の流速数差	
	流木	Hand log	網の流速計			
	m/sec	kt	m/sec	kt	m/sec	kt
250m の場合	1.25～1.33 (2.45～2.75kt)	2.4	1.23	(2.4)	0～0.08	(0～0.3)
	1.43(2.75)	2.6	1.32	(2.55)	0.1	(0.2)
	1.66(3.3)	2.8	1.5	(2.92)	0.16	(0.38)

註　本表の流速は O. B., Depr の解析の項では Hand log のものを使用した。

針路 NE に対し S 方向へ約 0.3kt 程度の潮流が流れていた様であり、又風も N 方向から 7m/sec 程度のものが吹いていたので表面皮流等も考えられ若干曳船の対水速度は多い目に出ていると考えられる。流木と網中、Hand log と網中の流速差は 0m/sec～0.08m/sec(0～0.03 kt)、0.11m/sec(0.2kt)、0.16m/sec(0.38kt)、又は −0.05kt、0.05kt、−0.12kt となる。以上の海況その他を考慮すると網中の流速は網外の流速と割合差があると謂へる。以西のトロールで大は 0.8kt (網外 3.5kt) 手繰で 0.4kt(網外 2.3kt 程度)両者の落差があるのと比較すれば、トロールより少いが大体手繰程度の落差がある事が判る。是は網地材料がスパンナイロンであるためであろう。この事は割合敏感な浮魚を入網させる場合等閑に附せない重要な点となると考えられる。即ち網中の流速が急に減ずると魚が入網するに当つて敏感にこの流れの異常を感じ網口外に逸脱を試みんものでもない。又その落差が大なる事は所謂 overflow 現象に似た状況となり決して魚の入網に良い影響は与えないであろう。然し一方網の開きは基本的に網地の抵抗に負うべきであり、浮子、沈子はその補助又は Initial の姿勢を保持するものである筈である。この事を考えると余りにも流速の落差が少い事は網成りの保持の面から云つて感心しない。両者を満足させるためには上下網地、左右網地の孰れに抵抗を主として与えた方が網成りにより役立つかを考えて決定すべきであり、その決定によつて他の部分即ち上下網地に対して左右網地、左右網地に対して上下網地に抵抗を極力抜く様な構成として、網全体の抵抗を抜き速度の落差を極力小ならしめる様努力すべきであろう。今次実験時の曳網速度では O. B. の左右展

開力が過大となり、網の垂直方向の展開と云う点では不満足の様である。然も Depr は網自体をO. B. より下層に潜降させているのが相矛盾する点である。この理由は網のふくらみ自体があたかも剛体の如く張り切つているので網の垂直展開は或る限度で停止し、それ以上の潜降力は専ら網自体の水深増加に働いていると考えられる。是は即ち脇網の流体抵抗が大なるためその柔軟性が失われる程度に張り切つているためと思われる。この意味からも又前記の上下網地に抵抗を増加させるための網内の流速低下を防止する点からも脇網地の抵抗をぐつと減す様に改善すれば全部が満足する方へとゆくであろうと思われる。

ト　網成りに就て

①　上、下 Sweep line 長の差が網成りに及ぼす影響

第21図に見られる様に、O. B. と網との水深は異なつて居り、その落差は O. B. と網口上支点との間で大は 7m にも及んで居る。又下支点とは 11m にも及んでいるものもある。このために生じている上下スイープライン長の過不足は網口断面の水平方向への「ズレ」となつて現われて来ている。それを一括して表としたのが第 13 表である。

第　13　表

項目 曳索長	速度	スイープラインの伏角		上下支点間垂直距離	O.B.と上支点との落差	O.B.と下支点との落差	上下支点の水平方向へのズレ量
		上	下				
	kt			m	m	m	m
200m	2.8	12°	18.5°	5.1	7	11.1	+0.7
	2.6	9	18	5.7	5	9.7	+0.5
	2.4	8.5	17.3	5.6	5	9.6	+0.6
260	2.9	8.5	15	4.5	4.1	7.6	+0.95
	2.4	6.5	11	4.0	3.1	6.1	+1.3
	2.3	8	13.5	4.0	4	3	+1.1
286	2.9	8	17.5	6.2	3.9	9.1	+0.55
	2.5	12	21	6.0	6.7	11.7	+0.32
	2.3	8	12	3.1	4	6.1	+1.3

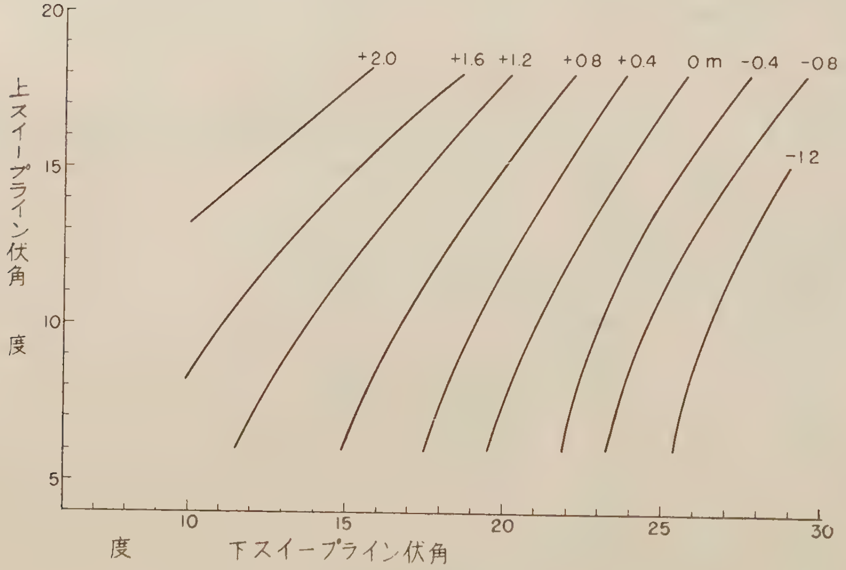
註　＋符号は上支点が下支点より前に出ている事を意味する。

総べての場合上支点が下支点より水平距離で 0.3〜1.3m 前に出ている。今 O. B. の幅 1m (Sweep line を上下末端部に結着してある) で上 Sweep line 長 30.3m＋0.4m＝30.7m 下側 Sweep line 32.2m＋0.4m＝32.6m で各伏角の場合の上下支点の水平のズレ量を作図から求めてみると第14表、第40図の様になる。

O. B. と網の水深とに差をつける様な方式では、上図に示す様な上、下支点の水平的「ズレ」が生じ、正常な網成りを保持する事は困難である。網口高さ（この場合は上下支点間の垂直距離をとる）が常に一定である上に、O. B. と網の水深（上、下支点又は Cod end の水深）との差が又常に一定であるならば、それによつて自ら上下 Sweep line 長は適正なものが決定されるが、

第14表　上下スイープラインの伏角別の上下支点の「ズレ」量

下スイープラインの伏角 \ 上スイープラインの伏角	6°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	15°	17°
11°	+1.36 m	+1.5 m	+1.54 m	+1.6 m	+1.66 m	+1.8 m	—	—	—
12	+1.1	+1.34	+1.38	+1.44	+1.6	+1.64	+1.8 m	—	—
13	+1.06	+1.2	+1.2	+1.3	+1.3	+1.5	+1.64	+1.9 m	—
15	+0.8	+0.9	+0.94	+1.04	+1.1	+1.24	+1.36	+1.62	+1.92 m
17	+0.5	+0.64	+0.7	+0.76	+0.8	+1.0	+1.1	+1.36	+1.76
18	+0.36	+0.5	+0.54	+0.6	+0.66	+0.8	+0·94	+1.2	+1.5
20	−0.04	+0.1	+0.14	+0.2	+0.24	+0.4	+0.56	+0.8	+1.1
22	−0.44	−0.3	−0.26	−0.2	−0.14	+0.0	+0.14	+0.4	+0.7
24	−0.88	−0.74	−0.94	−0.64	−0.6	−0.44	−0.3	+0.02	+0.2
26	−1.54	−1.2	−1.17	−1.1	−1.0	−0.9	−0.76	−0.5	−0.2

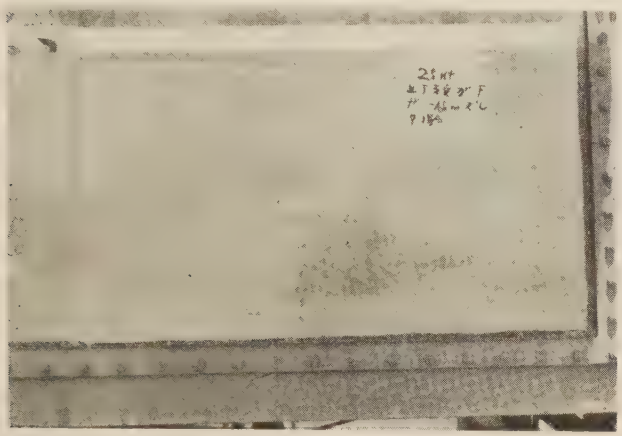


第40図　上，下 Sweep line 伏角別の上下支点のズレ量の曲線

今次実験でも見られる様に是等は甚しく不安定である。この理由として考えられるのは網のある水深附近の流れが、必ずしも曳船のそれによつて規制出来ない事と、網成りの変化によつて網の抵抗が変化して来るので実際の網の潜降量も変つて来るためであろうと思われる。従つて、この方式では常に正常な網成りを保つ様な上下 Sweep line 長の決定は不可能と見て差支えない。然し近似的に網成りを良好ならしめる上下 Sweep line 長は此の方式を採る場合如何程であるかと云えば、約 3.0kt 附近で曳網するとして大体現在より下側 Sweep line 長を 0.7m 程度短くしたら今次実験時より若干良好な網成りとなるであろう。即ち今次の場合は

上 Sweep line 長　30.3m＋0.4m（張力計の長さ）＝30.7m
下 Sweep line 長　32.2m＋0.4m（　〃　）＝32.6m

であつたから、上をそのままとして下を 31.9m にすれば良いであろう。次に掲げる写真はこれらの上下支点の「ズレ」が生じた場合の網成りの崩れ方を示したものである。



第 41 図　下支点が上支点より約 1m 後方にずれた場合の網成り

② 上下 Sweep line 伏角の網成りに及ぼす影響

③ 上下 Sweep line 長の差が網成りに及ぼす影響

②、③項は前項①の相関関係にあり既に①で解説したので省略する。

④ 脇網（右左網）の渕網の彎曲状況及びそれが網成りに及ぼす影響

これは自ら②、③と不可分の関係がある事で、Cod end の深さが前述の様に網口の中央より遙か上にあるため、脇網の彎曲は上半分が水平に近く流れ、下半分が立つている様な曲線を画いていると推定される。この事は勢いその後方の網地に及ぶ事で上半分の網地は横方向即ち後方に向つて「ヒダ」をなして縮まり網目の開きも悪い。下半分は逆に網目は無理に開かせられる様な状態で、上方にある Cod end の方え引張られていると思われる。この事は魚が入網した場合袋附近の網糸及び脇網に添つている附近の網地に相当な無理を生じさせる事となる。然し是等は総べて網の側面の正中線をその二等分線に正しく置く様な状態にすれば良い事であり、又そうすべきで、上下支点の「ズレ」に網地の縮結等を合せるべきでない事は当然である。

⑤ 網末端（Cod end）の水深と網口中心水深との差異が網成りに及ぼす影響

網口上下支点高さの間のどの位置に Cod end の深さ投影位置があるかを示したのが第 15 表である。

次表で見られる様に殆んどの場合網口中心深さより上に Cod end の水深の投影位置がある。この事は下 Sweep line が長く、下支点が上支点より後方に「ズレ」ている事と一致する。正常な網成りは網口中心点の深さと Cod end 深さとが一致する事である。即ち網の側面形状が網口中心点を通る水平線で完全に網を二等分する様な網成りが理想である。それに稍々近い状態は第 15 表に見られる様に曳索長 260m の時の 2.4kt の場合である。他は総べて網成りが歪である。

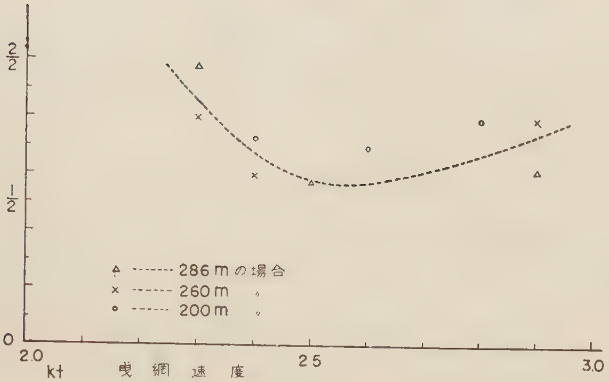
第　15　表

項目 曳索長	速度	上下支点深さ		上下支点高さ	上下支点の中心深さ	Cod endの深さ	上下支点間のCod endの位置	下支点からのCod end位置
		上支点	下支点					
	kt	m	m	m	m	m	m	
200m	2.8	38	43.1	5.1	40.55	39	中心点ヨリ上ニ 1.55	$\frac{1.6}{2}$
	2.6	45	50.7	5.7	47.85	46.7	〃 1.15	$\frac{1.4}{2}$
	2.4	48	53.6	5.6	50.8	49.5	〃 1.3	$\frac{1.47}{2}$
260	2.9	48	52.5	4.5	50.25	48.7	〃 1.55	$\frac{1.6}{2}$
	2.4	61.6	65.6	4.0	63.6	63.4	〃 0.2	$\frac{1.1}{2}$
	2.3	81	85.02	4.0	83	81.8	〃 1.2	$\frac{1.6}{2}$
286	2.9	67.7	73.9	6.2	70.8	70	〃 0.8	$\frac{1.26}{2}$
	2.5	95	101	6	98	97.5	〃 0.5	$\frac{1.16}{2}$
	2.3	100	103.1	3.1	101.55	100	〃 1.55	$\frac{1.97}{2}$

この網成りに於いては曳網する力は、主として上側 Sweep line に懸り、上側 Sweep line と上の筋縄とが直線に近い状況となる。従つて下の網地は正常に張らず上網地は緊張する。若し漁獲が大量にあつた場合は Cod end にかかる魚の圧力は四本の筋縄に平均にかからず、上2本に主としてかかりCod のふくらみも上下が歪になる事が推定される。然もこの網の歪は曳索長及び曳網速度にも大した関係なく然もばらついている。

理論的に云えば曳網速度によつて Sweep line の傾斜が一定し、然も網高さも決り、この網の歪も一定して居らねばならない筈であるが、現実的には網附近の流速、流向が精確に謂えば上と異なるであろうから、O. B. の間隔、Depr の潜降力及び網の抵抗も千変万化でこの様な要素が組合わさつてこの様な不規則な現象を示すのであろう。

第 42 図は第15表の末項をグラフにしたものである。一応 plot はばらついているが、大略の傾向としては低速の場合はその歪が大で 2.5〜2.6kt 附近で減少し再び高速度になるにつれ歪さが漸増している。この事は低速時には Depr の自重が効いて O. B. と網との落差が大となり、その割に上の Sweep line に網の抵抗がかかるので上筋縄を通して Cod end を引上げる。2.8〜2.9kt 附近では網の抵抗が増大し然も顕著にその力が上の筋縄に懸り Cod end を釣り上げる。その中間の 2.5〜2.6kt 附近では、割合網の抵抗のかかり方が上下 Sweep line に平均に懸る様な状況になるため、Cod end の上方への引上げがにぶり網の歪さも減少するのではなかろうか、孰れにしても上、下 Sweep line の網との結合点の水平的の「ズレ」の多少により、



第　42　図

又上下筋縄と Sweep line との交角の多少及びその時の網の抵抗のそれらへの依存度に関係あるものと考えられる。

⑥ H. R. のとる側面傾斜

球形浮子を装着してある場合は曳網速度の増加と共に H. R. の側面傾斜は減少するが、仮りに翼型の浮子を使用すれば或る限度内に於ては その傾斜は増大するであろう。大型模型実験で見られる様に曳網速度が低い場合は、浮子の抵抗も 少くその揚力は 割合直上方向に近く働くし又上網の抵抗による H. R. の引き下げ作用も少いのでこの様な H. R. の傾斜をとる。一方曳網速度が増大すると、殆んど浮子による揚力は自体の 流体抵抗及び 網の抵抗増大による網口の圧縮作用のため揚力方向が水平に近づくので H. R. も殆んど流線に平行になろうとする。模型実験によれば、H. R. 中央点と上支点との落差は 2. 3kt 程度で 0. 9m 程度であつた。3. 0kt になれば殆んど水平に近いと見て差支えないであろう。今上網の設計上或る側面傾斜に於て網地のたるみが生じない様になつておればこの様に H. R. が水平になれば当然上網には網地のたるみが生ずる。模型水槽実験によつてもこのたるみが見られた。この状態から最も良い H. R. 中央点と上支点との落差は 3. 0kt で 1. 5m 程度が適正の様に見られた。

⑦ G. R. のとる側面傾斜

実側値でも求められた様に、下支点より上方に G. R. 中央点がある事が再々あつた。是は明らかに上、下側 Sweep line 長の差の不適正による上下支点の水平的ズレのために生ずる結果、Cod end の水深が網口中心点より上方にあるため網の下面が Cod end の方に曳かれる状態となり、下支点と Cod end とを結んだ線上に G. R. 自体が同調させられる結果となつている。本計測値で下支点と G. R. 中央点との高さが一となつているのはこの現象を示すものである。従つて、G. R. 中央点は下支点より上方にある事になる。然し一方該部装着の Depr. が非常に潜降力を持つていたとすると、 両者の相反する力のため 網地に相当な無理を来す事になるので、

この儘の状態で中央点の潜降力を増大させる事は一考を要するであろう。該部装着のDepr.の能力は大したものでなかつた。根本的に上下支点を垂線上にあらしめる様な状態で曳網する事が必要である。但し上下支点のズレが0.5m以下程度で、曳網速度が低速2.3kt程度の範囲では稍々許容される状態の様である。

以上から網口断面形状は殆んど各上下支点に囲まれた四方形と見て差支えない様である。

⑧ 網各部の微上下振揺

記録紙から各部の微上下動及びその周期を示したのが第16表である。

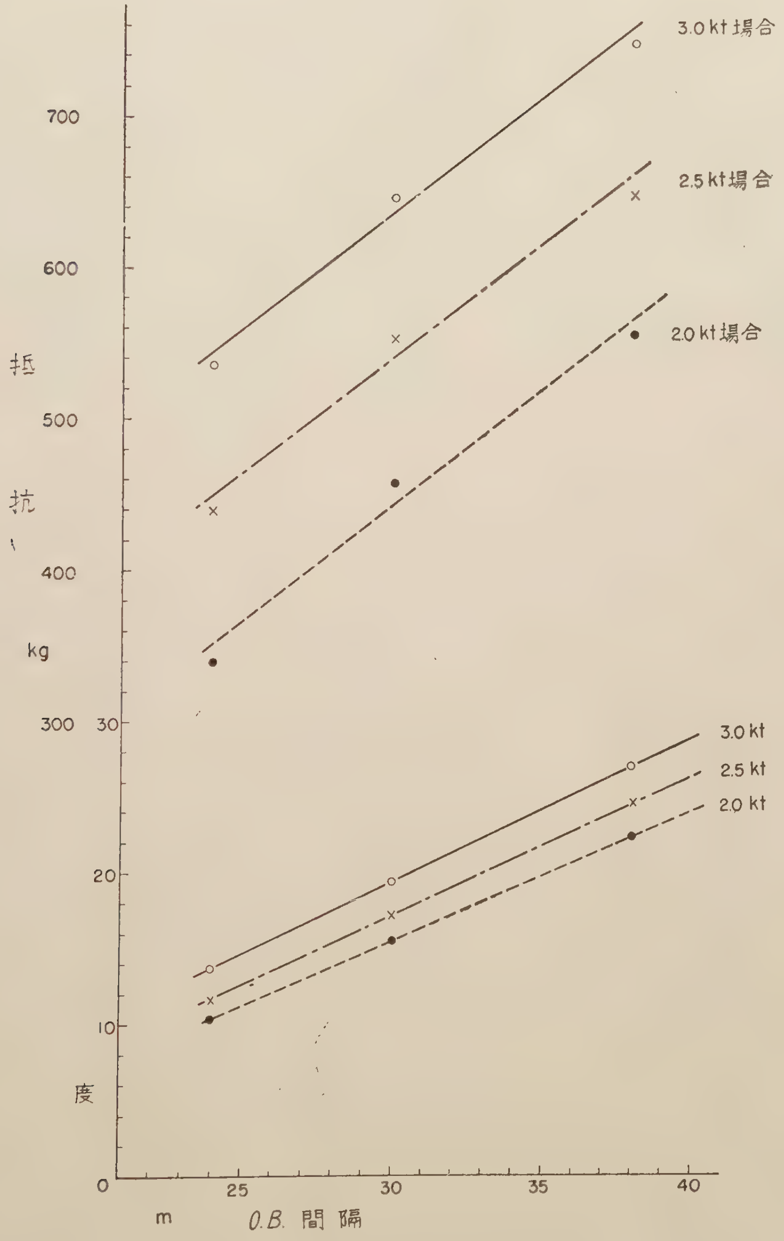
第16表 網各部の微上下振揺量並びに回数

項目 部位	上下動	1分間の回数
O. B.	±1cm程度	10 ～ 12 回
H. R. 横支点	±0.5cm	〃
脇網中央	±0.5cm	〃
G. R. 横支点	±0.5cm	〃
G. R. 中央	大振動 ±2.5cm (±10～15cm)	大振揺は1回
Cod end	±0.5cm	10 ～ 12 回

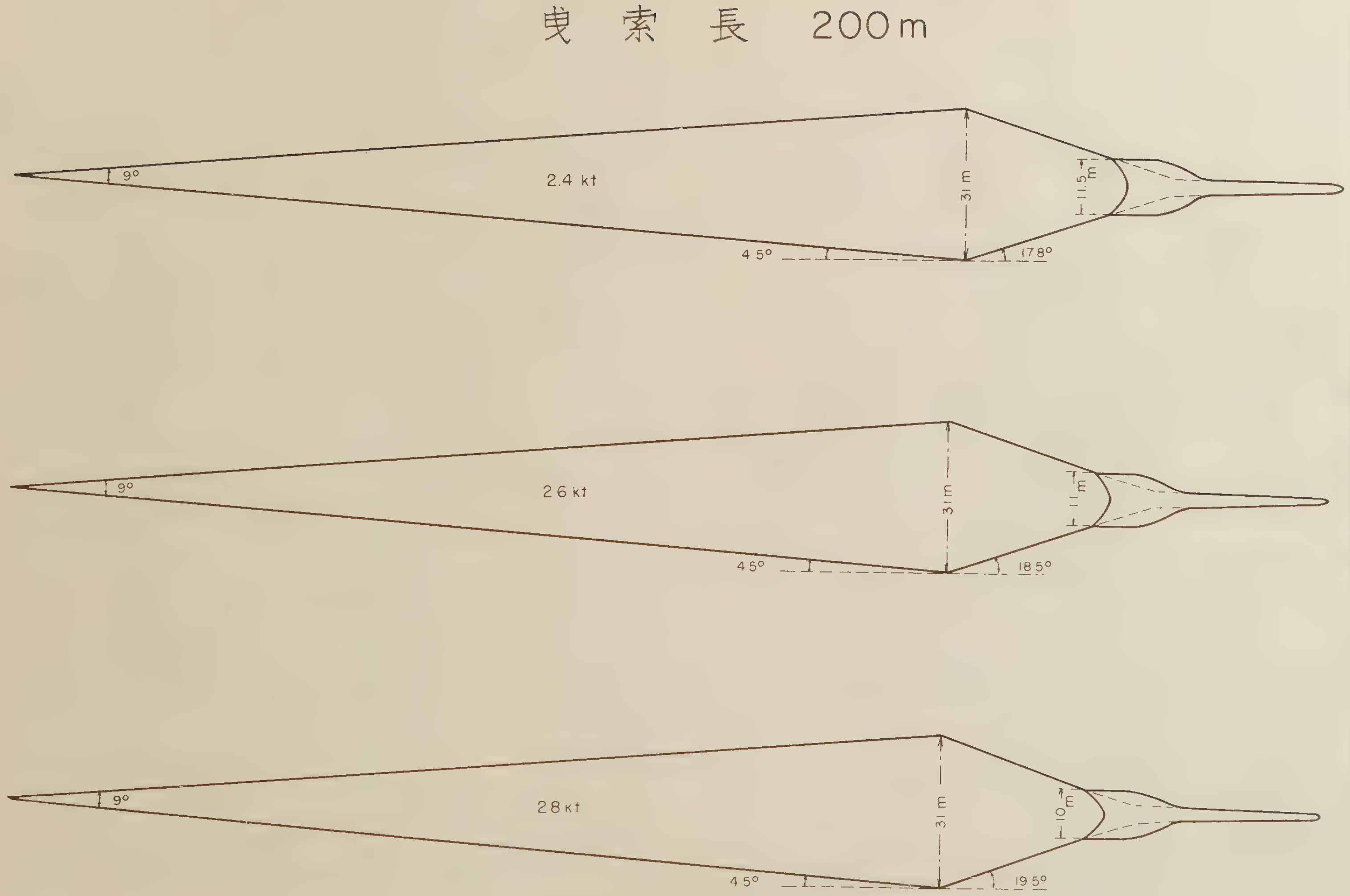
各測定点共網の基本点であつて、曳網速度によつてその上下量は増減していない。又その量も第16表に見られる様に僅少であり殆んど動揺として取るに足らない。然し上網及び脇網の網地になると今回は測定しなかつたので不明であるが、上下網は上下方向に、脇網は左右に若干の振揺があるのではなかろうかと思われる。又Cod endの上下振揺も極く少く甚だ良好の状態である。

b) 記録値より作図した全漁具の平面形状に就ての考察

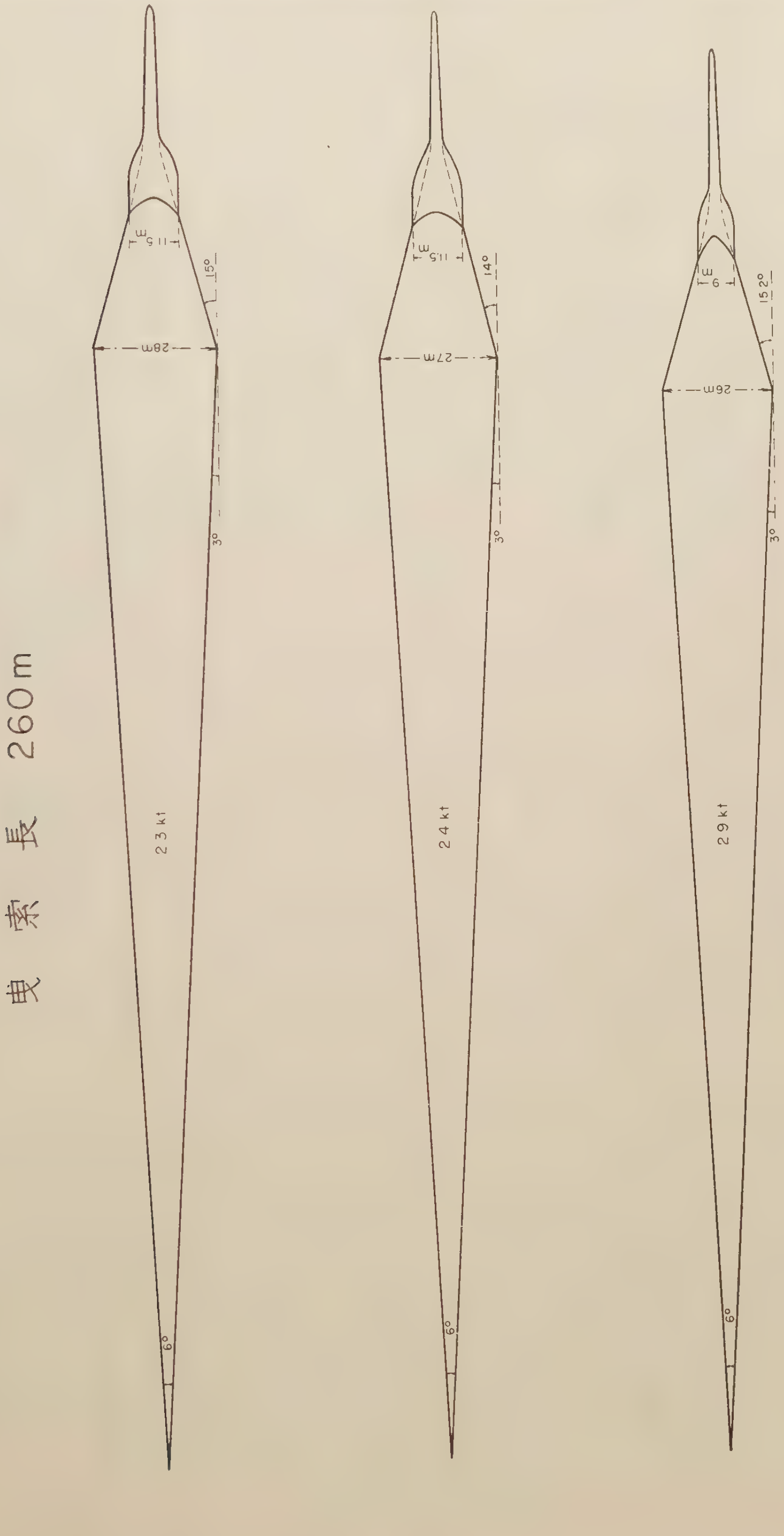
第44～46図に示したのが各曳索長（200, 260, 286m）別の各速度の場合の全漁具の平面図である。O. B.は此の場合V. D.式であつたためV. D.式O. B.単独の性能を試験する事が出来なかつたためSweep lineの傾角並びに網口幅を求める事が困難となつたので、船尾曳索の挟角より求めた間隔により網だけの抵抗及びSweep line傾角の計測試験を別に実施した。この場合O. B.の位置に曳船を各1艘宛配置して前記間隔で曳網した。此の成績を示したのが第43図である。又同時に曳索1本にかかる（上下Sweep lineを1本に集めて然もO. B.の縦幅は保持する様それだけSweep lineを延長して実施）張力を測定した。第47図上部のものがその記録グラフである。本実験時には張力計を上Sweep lineに配して計測記録させたので、後表も前記全張力を分解し逆算により下Sweep lineの張力も求めた。第44～46図で見られる様に、網幅は大は11.5mから小は9mになつた。H. R.長は14.15mであるから網口幅としては稍々過大と云えよう。第17表には平面関係の諸数値を記した。



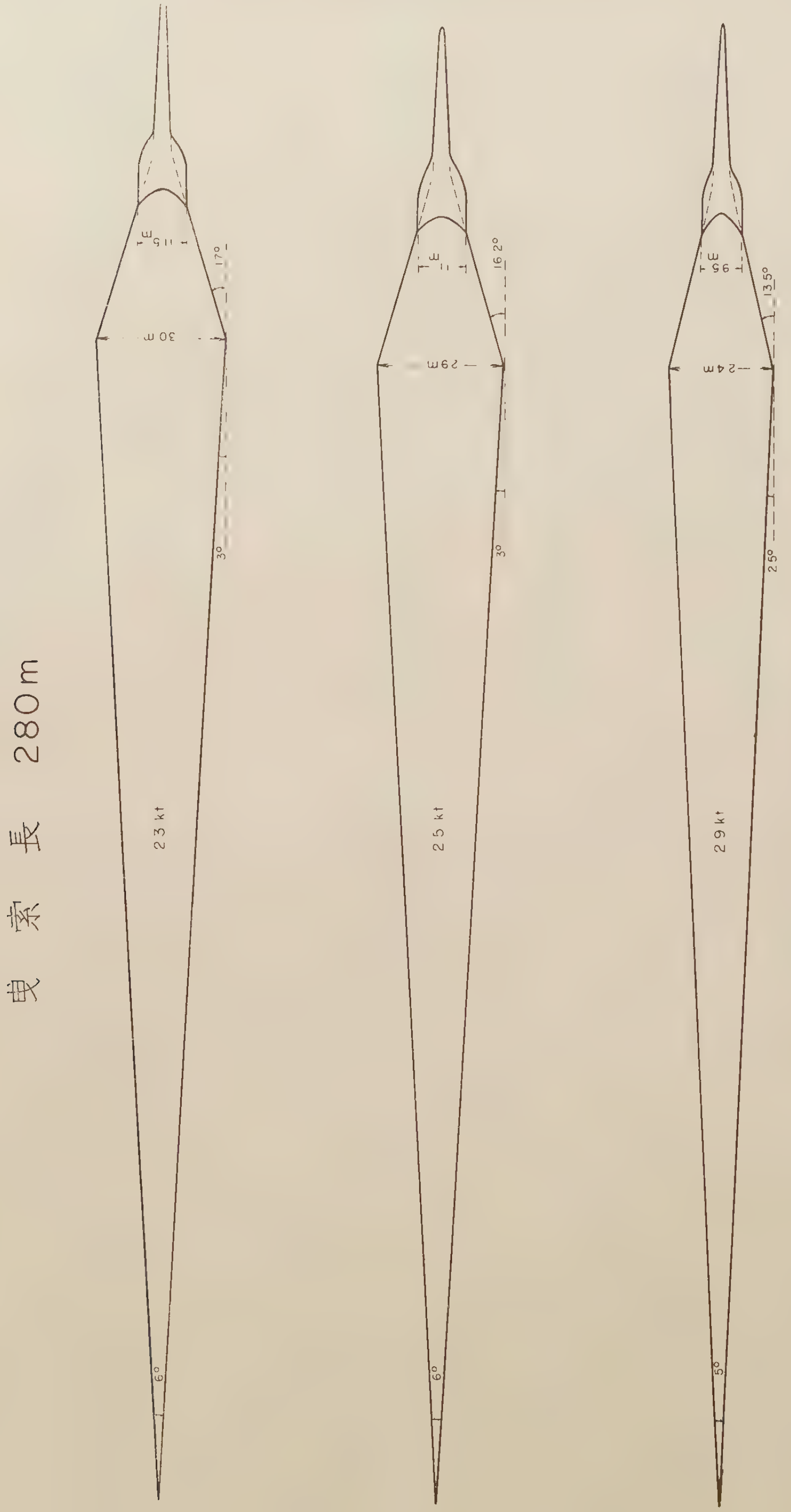
第 43 図　O.B 間隔と Sweep line 傾角並びに網（含 depr.）の抵抗(½)


曳索長 200m
2.4 kt
9°
31 m
11.5 m
45°
178°
26 kt
9°
31 m
11 m
45°
185°
28 kt
9°
31 m
10 m
45°
195°

第 44 図　曳索長 200 m の場合の各速度毎の漁具平面図


曳索長 260m
23 kt
24 kt
29 kt
28m
27m
26m
11.5m
11.5m
9m
15°
14°
15.2°
3°
3°
3°
6°
6°
6°

第 45 図　曳索長 260 m の場合の各速度別の漁具平面図


曳索長 280m
23kt
25kt
29kt
11.5m
11m
9.5m
17°
16.2°
13.5°
30m
29m
24m
3°
3°
2.5°
6°
6°
5°

第 46 図 曳索長 280 m の場合の各速度別の漁具平面図

第17表　平面関係の諸値

項目 曳索長	曳網速度	曳索の挟角	曳索の伏角	O.B.の間隔	船尾曳索一本にかかる張力	O.B.から網口中心点への伏角	スイープラインの進行方向とのなす交角	網の抵抗の½	上下スイープラインにかかる張力		網口の幅	O.B.の揚力	O.B.の抵抗	O.B.の C_z	O.B.の C_x	$\alpha+\Delta\alpha$ 迎角	揚抗比
									上のスイープライン	下のスイープライン							
				m	kg			kg	kg		m	kg	kg				
200 m	2.4 kt (1.24 m/s)	9°	17°	31	600	12°	17.8°	540	230		11.5	210	183	1.29	0.16 +0.97 =1.13	14.8 +42.9 =57.7°	1.14
	2.6 kt (1.34 m/s)	9°	17°	〃	650	12°	18.5°	580	250		11	225	174	1.19	0.1 +0.82 =0.92	11.9 +39.8 =51.7°	1.3
	2.8 kt (1.44 m/s)	9°	15°	〃	850	15°	19.5°	630	280		10	250	180	1.13	0.08 +0.75 =0.83	11 +37.8 =48.8°	1.35
260 m	2.3 kt (1.18 m/s)	6°	23°	28	850	10°	15°	480	300 ～ 310		11.5	164	118	1.11	0.08 +0.72 =0.8	10.7 +36.7 =47.4°	1.38
	2.4 kt (1.24 m/s)	6°	15°	27	900	10°	14°	490	280 ～ 285		11.5	162	100	1.0	0.06 +0.58 =0.64	9.1 +32.6 =41.7°	1.61
	2.9 kt (1.5 m/s)	6°	15°	26	1000	10°	15.2°	560	300		9.0	206	236	0.81	0.04 +0.38 =0.42	7.2 +26.9 =34.1°	1.9
286 m	2.2 kt (1.18 m/s)	6°	23°	30	850	13°	16.4°	505	330		11.5	179	155	1.21	0.1 +0.8 =0.9	12.2 +40.7 =52.9°	1.34
	2.5 kt (1.28 m/s)	6°	23°	29	900	12°	16.2°	525	345 ～ 350		11	186	124	1.08	0.08 +0.68 =0.76	10.2 +36.2 ≒46.4°	1.5
	2.9 kt (1.5 m/s)	5°	17°	24	1000	10°	13.5°	545	400		9.5	167	78	0.7	0.037 +0.29 =0.33	4.7 +23.5 =28.2°	2.1

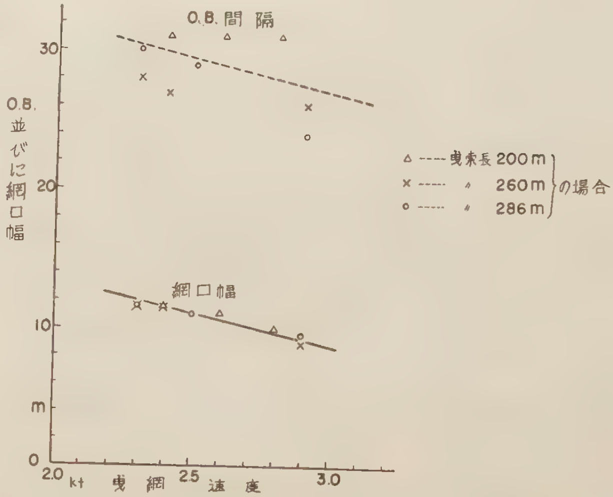
イ　曳索の形状に就て

前項に述べた様に、曳索の側面形状に就いては種々の形をとる。是は曳索の自重がその要素として重要な役割りをするからである。平面形状に就ては左右へ振る要素は曳索に当る流体抵抗だけとなり、然も流線に直交する事はなく流線との交角は多くて5度以内である。曳索末端に働くO.B.、網等の抵抗と比べ曳索の抵抗は大したものではないので、殆んど曳索は平面的には直線と見て差支えないであろう。従つて本編では船尾曳索の挟角によつてO.B.間隔を求めた。

ロ　O.B.と網口の広さとの関係

曳網速度によつてO.B.の展開力は決り、O.B.の展開力はその後方にある網の抵抗により左右される。

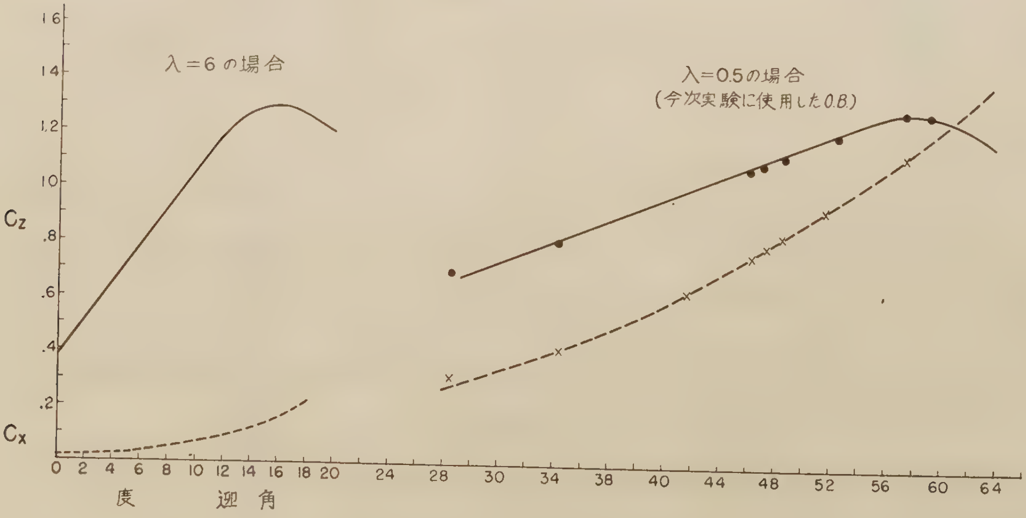
又網の抵抗はその網成りにより左右される事は当然である。同一 O.B.、網、Depr. を使用した場合、曳網速度が同一ならば同一間隔を O.B. 及び網口も保持すべきである。然し現実には第 47 図に示す様に、O.B. 間隔は特に同一速度に於ても可成りの差が見られる。是は網附近の潮流のために実際のこれ等の対水速度が曳船で計測したものと異なつていたか、又測定の誤差かによるものであろう。



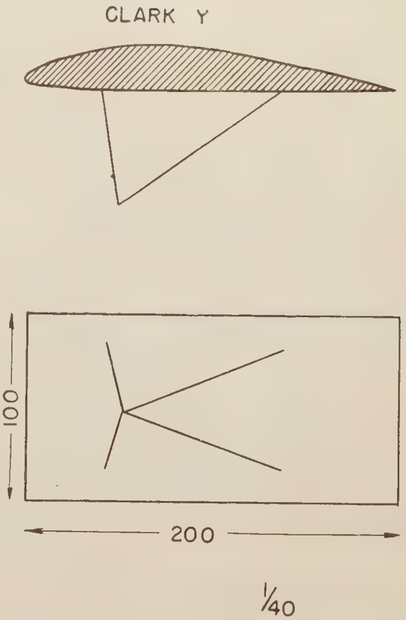
第 47 図 O.B. 網口幅と曳網速度との関係

然し一応平均線を両者に与えてみると、大体両者が比例している事が判る。従つて、この O.B. と網とでは概略的にこの様な関係にあつたと見て良いであろう。この網に適当な網口幅は 8～9 m であろうと考えられるので、若し同図の平均線が延長を許されるものとすれば、その時の曳網速度は 3.0～3.1 kt となる。又その時の O.B. 間隔は 26.2～27 m となる。鰊に適当な曳網速度も 3.0～3.5 kt 程度と思われるので、曳網速度を 3.0～3.1 kt 前後にすれば、この網と O.B. とは丁度釣合つた組合せと見て良いであろう。今次実験時の 2.9 kt 以下では O.B. 方が網の性能より勝つていると考えられる。

ハ、Otter Board の性能



第 48 図 O.B. の C_z, C_x 曲線



第 49 図　O.B. の重要寸法

今次使用した O.B. は Clark Y翼型を用いた V.D. 型 O.B. で、λ_1（縦横比）は $1/2=0.5$ であつた。この場合の O.B. の展開性能を求めたのが第 17 表の右欄に示したものである。前項に述べた様に、この網に対しては 2.9 kt 以下では若干過大である。迎え角は表に示す様に千変万化である。この事は V.D. 型 O.B. では避けられない点である。次に C_z を求めグラフに示したので第 48 図である。この算出法を参考迄に記して置く。同図左側のものが $\lambda=6$ の場合の Clark Y 翼型の C_z 曲線である。是から $\lambda=0.5$ の場合の C_z と迎え角との関係を求めるには

$$\varDelta\alpha=\frac{C_z}{\pi}\left(\frac{1}{\lambda_1}-\frac{1}{\lambda}\right)\quad \lambda_1\cdots 0.5\quad \lambda=6$$

$\varDelta\alpha$…迎え角の増加分（ラヂアン）

で求められる。

これから見ると C_z の最高 1.29 の場合が使用されている。殆んど失速点附近で使われている事を意味する。次に同様 $\varDelta C_x$ を算出し、この O.B. の C_x 並びに Drag を示したのが同表の O.B. の抗力並びに C_x の欄である。計算式を示すと

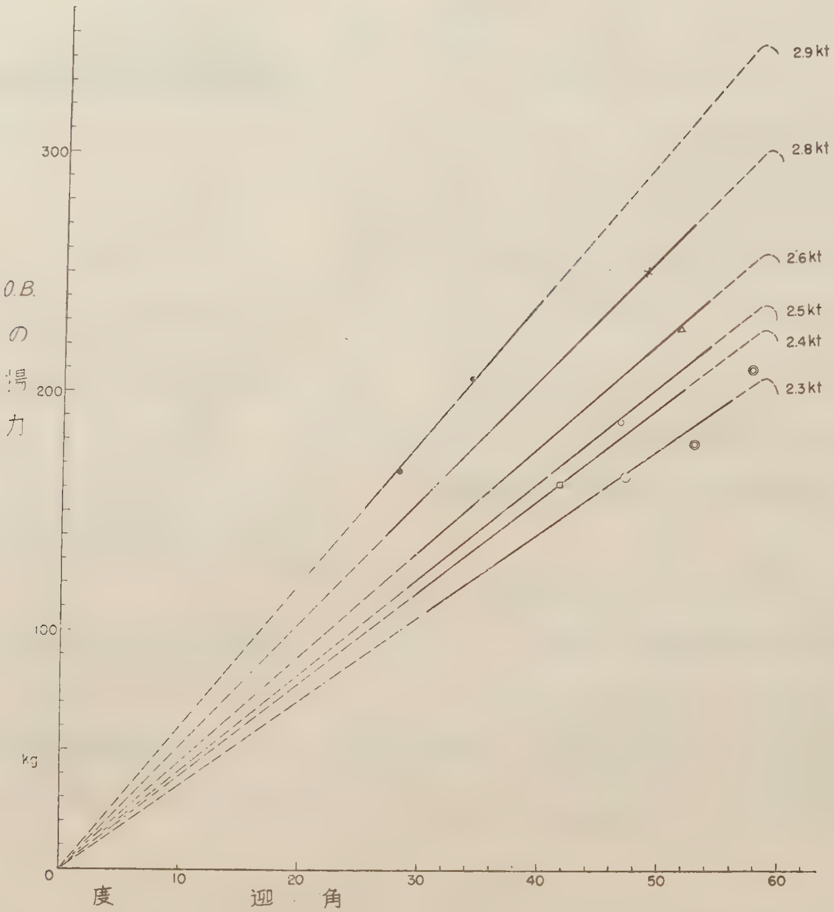
$$\varDelta C_x=\frac{(C_z)^2}{\pi}\left(\frac{1}{\lambda_1}-\frac{1}{\lambda}\right) \text{ である。}$$

第 48 図の下側がそのグラフである。

今この O.B. の L/D（揚抗比）を見ると、小は 1.14 から大は 2.1 と変化に富んでいる。これも同様 V.D 式では止むを得ない事であろう。

第 48 図に示した右側の C_z 曲線の Plot は殆んどばらついていない。是は O.B. 及び網に関する計測諸値に誤りがない事を意味するものである。この Clark Y翼、V.D. 式 O.B. の各迎角と対水速度別の揚力を示したもので第 50 図である。

O.B. と網とは不可分の関係にあるもので、網に合つた O.B. でなければ網の能力を充分に発揮する事は不可能である。この点からみてこの O.B. は 3.0～3.1 kt の曳網速度（厳密に云えば O.B. と網の対水速度）で操業すれば、丁度各々が適合した組合わせとなると思われる。次に O.B. の種類は V.D. 式（所謂直結式）と独立式とがある。両者の得失を論じてみるのも無駄ではあるまい。



第 50 図 本実験使用の V.D. 型 O.B. の速度、仰角、揚力の関係図

第 18 表に示した様に各々得失があるが、特に現在甚しく困難な点は、O.B. の上下方向への姿勢を規制するものがなければ、一定水深を曳く事が最大条件である O.B. にとつては致命的である。然し V.D. 式では直結式であるために凧の尾の役目を Sweep line 及び網が果して呉れるのでこの心配はない。一方、独立式ではこれがないために一定水深を安定して曳かせる事が甚だ困難である。海軍が使用していたパラベーンもこの点特に苦慮してそれを自働的に調整する水銀調整機構が採用されている。この様な特殊な機構を採用するか又は重錘を多量に O.B. の下に装着し、その縦方向の回転中心点迄の距離と重錘量とで常に O.B. の姿勢を調整し、その周期を適当にして小刻みに姿勢を水平に恢復する Moment が働く様な構造とするかの孰れかであろう。この問題が解決すれば平均して V.D. 式より独立式の方が魚族の妨害が少い事と展開力が網と無関係である点から見て有利と思われる。

独立式 O.B. に関しては、実験を重ねてその完成を予定しているので次の機会にゆずる。

第　18　表

項目 O.B. の種類	利点	欠黒
V.D. 式	①　操業が容易である。投揚時に曳索に直結しているため従来のトロール式に取扱う事が出来る。 ②　上下方向への姿勢が網を後方に曳く事により安定する。 ③　O.B. の高さだけ網口支点高さが加算されるので網高さを保持するのに有利である。	①　迎へ角が決らない。 ②　網によつて揚力が変化させられる。 ③　O.B. が起す渦流その他が網口にかぶさり魚族の入網を妨げる恐れがある。 ④　網口の前進方向近くに O.B. がある事になり、その附近の魚を散逸させる恐れがある。 ⑤　波浪による船の前進速度の遅速現象が直接 O.B. に伝わり網口の横方向への振れの原因となる。
独立式	①　迎え角が対水速力に対して一定である。 ②　網に無関係に揚力が出せる。 ③　網口前進方向から外方に離れているため魚を散逸させる恐れがない。 ④　波浪その他による曳船の遅速現象が直接伝わらないために網の横方向への振れの原因とならない。	①　操業が困難である。曳索から Pendant wire を介しているため、曳索連結点から Pendant wire を別に曳き寄せ収容せねばならない。 ②　上下方向への姿勢を規制するために特殊な装置を考えねばならない。不安定である。 ③　Sweep line が曳索に一点で連結されるので網口高さを保持するのに式より多くの浮子，沈子を必要とする。

ニ　網成りに就て

①　Sweep line 及び筋繩のとる形状

水平面から Sweep line を観察すると直線に伸び左右方向へは彎曲していない。これは Sweep line の受ける流体抵抗に比べて遙かにその末端にかかる網の抵抗が大なるためである。然しその力のかかる延長線である筋繩は、左右 Sweep line の延長線が会合する点が網口に近ければ近い程筋繩は彎曲する。即ち袖附近は一応 Sweep line の延長線をたどるが次第に外方に彎曲して Cod end 方向に漸近線の形をとる。会合点が後方にゆくに従つて筋繩の直線部分が伸びる。

会合点が網口に近い事は網口幅が広い事を意味し、遠い事は網口幅が狭い事を意味する。

従つて、網口幅が広すぎると筋繩の彎曲度合が大きくなり、その彎曲点附近が一番無理な力を受ける事になる。これ等からみて前に述べた様に網口幅は 8～9 m 程度が適当の様に思われる。

②　脇網のふくらみ

H.R. 及び G.R. にはそれぞれ上方へ又は下方へ向はせる浮力（若しくは揚力）、沈降力（若しくは潜降力）が与えられているが、左右網にはその様な力は何等与えられていない。従つて、現実的には横網（網口の）は上下支点を結んだ後方に彎曲して居り、外方にも内方にも出入りしていない。然し網地は後方に向つて落してあるために、流水に対して或る迎角を持つているので網地自体は横網線より内方にふくらんでいる。上下網と同様であるが網長の前方から約 1/3 附近から急に細くなつているので 1/3 以後の網地のふくらみは、それより前方の網地より極端に少くなつている様である。この点の差が異常にあり過ぎる様に観察されるので今少し落し方

の差を少くしなだらかに傾斜する様にした方が網地にも無理が来ない様に思われる。

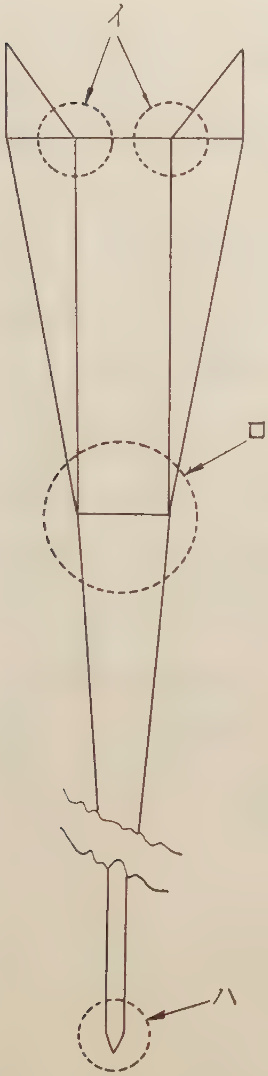
③ H.R.のとる彎曲線

④ G.R.のとる彎曲線

H.R.長、G.R.長を決定してそれが予定量だけ開いた場合、網地に無理が来ない様に又余りが出て皺を生じない構成をしてある筈である。此の点から見ても網口幅8～9m程度の場合網地にも無理が来ず皺も生じない様に観察された。然し上下支点からH.R.及びG.R.中央点迄の予期する高さによつて当然網地の縮結も考えなければならない。然し中層曳網としてはH.R.、G.R.の上方及び下方への彎曲を考慮して大きな揚力、沈潜力を与えるよりも各上下支点に重点的に揚力、潜降力を与えH.R.及びG.R.は横網と同様水平に吹き流して一向差支えないと考えられる。又三角網地の落し方もこの予期する網口幅によつて決定さるべきで、曳網中のこれらH.R.、G.R.の彎曲線がなだらかである様に仕立てる事が必要である。三角網に添つたH.R.と上網に添つたH.R.との結合点で屈曲する様では満足な設計とは云えない。今回の実験時の網口幅ではこの点で若干屈曲していたのではないかと推定される。

⑤ 上下網と左右網の対称性及び非対称性に就て

網口高さ（上下支点距離）と網口幅とは前者が4～6.2mに対して、後者は9～11.5mで大体1対2の比率となつている。網の仕立が上下左右共同一設計のものを四枚合せた構造であるから、当然網口高さと網口幅は同じ量であるのが理想で然も両者共前述の様に8～9m程度が適当と思われる。その点からみると、横に広く縦に短い長方形の網口断面となつている。当然一方も高くすれば他方は狭くなる筈であるから、今少し左右上下支部に揚力、潜降力を与えれば網口は増加し網口は若干狭まるであろう。然し揚力並びに潜降力を与えるFloat及びDepr.の揚抗比の可及的大きいものを使えばその抗力増大によるO.B.の間隔の狭まりは大した量ではないであろうから、網口高さが増大した割合ほど極端にO.B.間隔即ち網口幅は狭まらないであろう。従つて、網口高さを8～9m程度にする揚力及び潜降力を持つFloat及Depr.装着すれば、上下左右網は全く同じ条件で網成りを構成する事になるであろう事が推察される。然しO.B.の展開力即ち網口幅と網口高さとを全く同等に釣合せる様なO.B.及びFloat、Depr.を作製する事は或いは現実的には困難かも知れない。出来上つたものが若しアンバランスのものであれば拡大したい方の網地例えば上下方向に今少し拡大したい時は上下網を、左右に拡大したい時は左右の網地を他と比べて抵抗を多く受ける様な網目のものを使用すればその流体抵抗のために拡大するであろう。その意味合から上下網を左右網とは目合の異つた網地で構成して置けばこの補助拡大の役目を果すであろう。又全く上下、左右網は寸法が全く等しい仕上げであり又その様にして置けば浮子と沈子を装着する事によつて自由にその位置を交替させる事が可能である。この意味から上下網と左右網（上下網は使い方で左右網にもなる訳である）とは寸法を等しくして各々目合の異つた網地を使用して構成して置き、浮子、沈子はH.R.並びにG.R.に組み込まず外から装着し着脱自由にして置く事が良いと考えられる。



第51図　破網の恐れある個所

⑥　最も破網の恐れのある部分

前に順次述べて来たので此処では概略をまとめて図説する。第 51 図はその破網の恐れがある個所である。

イ……網口の過大のため

ロ……急にこの個所でしぼられているため前半円部に特に抵抗を受ける。

ハ……上下支点の水平「ズレ」がある場合、力が上の筋繩に主としてかかる傾向があるため魚が多量に入つた場合

以上の現象は総べて上下左右網にも同様であると思われる。

この対策としては㋑網口幅を適正な状態で曳網する、㋺今少し網地の落し方を滑らかにする。㋩上下支点の「ズレ」を生じない様に、又網口中心に cod end の深さがある様な状態で曳く事は前述の通りである。

c.　綜合結果

イ　O. B. に就て

O.B.の展開性能の項で説明した様に概してこの網に対してはその展開力が過大である。次にその展開能力も速度によつて一定せず甚だ不安定である。揚抗比からみるとその性能は、必しも悪くはないが、その良否も一定せず非常に悪い時もある。勿論展開力の過大は或る程度 Sweep line 長の調整によつて加減出来るが少しその縮少のために生ずる網口幅の増大も考慮せねばならぬので果して適当な修正が可能であるか否かは実験を俟たねば断定は出来ない。根本的に V.D 式 O.B の欠点として考えられる事を列挙して見ると

ⓐ　迎え角が網の方から規制され不安定である。

ⓑ　従つて展開力が一定しない。

ⓒ　網口の前進方向近くに大型の物体を存在される事になり魚族を威嚇させその逃走の原因となる恐れがある。（これは Sweep line 長を長く (180 m) することで解決された。）

ⓓ　O.B. により起る渦流が網口に覆いかぶさり魚の入網を妨げる恐れがある。（ⓒに同じ）

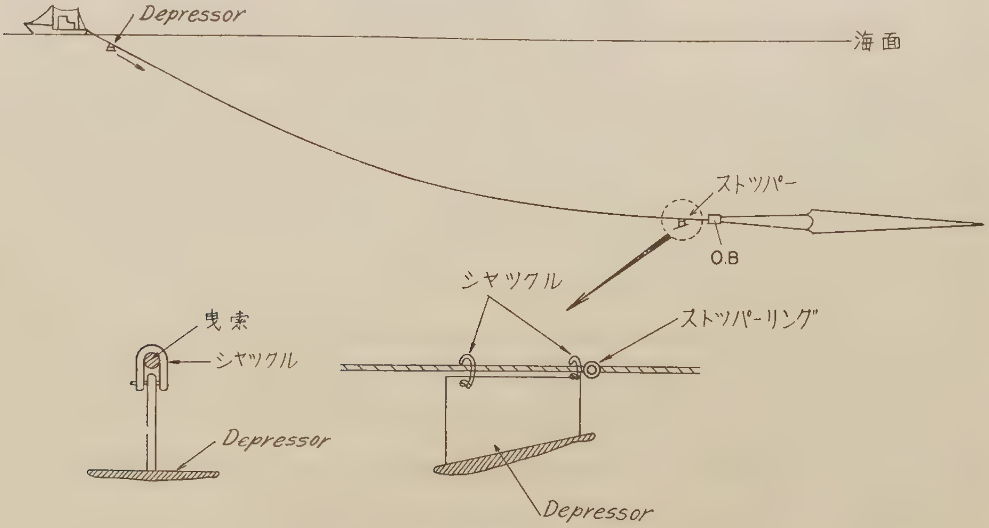
ⓔ　O.B. が起すかも知れぬ可聴又は不可聴音波による魚の入網の妨害とな

る恐れがある。

従つて将来は当然 Pendant に依り曳索に連結し離れて展開させる方式即ち Indipendent 式の O.B. とすべきであろう。当研究室に於てもこの方式の O.B. を設計し研究を進めている。

次に O.B. は水中重量を持たせるべきか否かの問題に移るが、外国文献等に於ては水中重量は零にするが良いと謂われている様である。

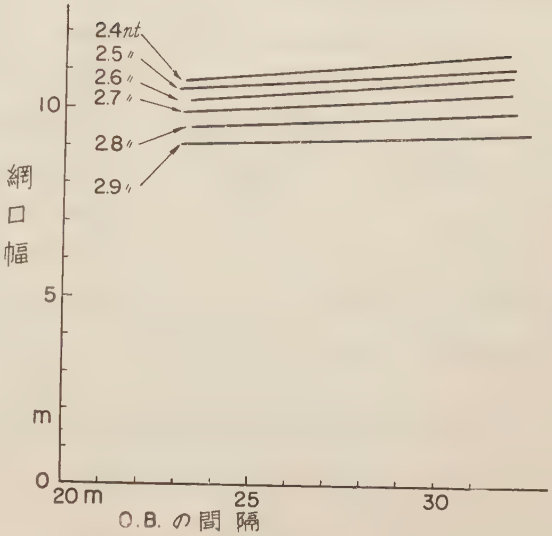
然しこの理由は恐らく機関の故障又は揚索時等の曳航停止の止むえない状況の時、それらの重量のため網漁具が海底に接触し破網等の恐れがあるためであろう。これは一応当然な理由ではあるが、網を或る水深に沈める（曳索長と水深の比を 1/4 程度にする）ためには可なりな潜降力を漁具に持たせなければならない。この潜降力は分類して水中重量と翼理論による逆揚力とになる。網にこれ等逆揚力（例えば大型 Depressor 等を装着する）を持たせる事は前述の様に網成りを崩す最大原因となるので極力避けねばならない。残る方法は網より前方にこれ等潜降力を持たせる事である。今曳索長と網の水深比とをソ連並に 1/3 程度にするには可成りの潜降力が必要となる。O.B. 自体だけにこれ等の能力を持たせるためには可成りの水中重量を与えなければ成立しない。然しこれを曳船の winch 及び甲板操作等でその重量に制限が自ら生じて来る。最も良いと思われる方法としては、以上船内操作に容易な程度の水中重量（100 屯型で空中重量 300～400 kg、水中で 100～130 kg 程度）のものとしてなお不足の潜降力は曳索の O.B. 接続点の前方附近の水平走行部分の曳索に Depressor を装着してこの能力を発揮させる事である。次図はこの解説図であつて、先ず O.B. のみで普通に投網操作をなし、曳索を予定量伸長して全漁具が安定した処で各曳索に Depressor を装着し曳索上をすべらせて所定の stopper の処で停止させ潜降力を現わす様にする。



第 52 図　潜降用 Depressor 装着図

ロ　Sweep line に就て

Sweep line 長は網口幅及び O.B. の間隔に大きな要素となる事は前述の通りである。今仮りに O.B. 間隔を一定として Sweep line 長を長めにとると当然網口は狭くなり短くすると広くなる。然し O.B. の展開力は網の抵抗と Sweep line の傾角によつて変つて来るので単純には参らぬ。即ち網口が狭くなると網の抵抗が減少する。抵抗が減少すると O.B. の展開が増大するので Sweep line の傾角も増すと云う風に追いかけごつことなる。



第 53 図　O.B. 間隔と網口幅との関係

今次実験時の O.B. 間隔と網口幅との関係は上図の様であつた。一応網口幅は 8～9 m 程度が適当であると仮定すれば、O.B. 間隔は 26～27 m が良いと云う事になる。O.B. 間隔 26～27 m の時の速程は 3.0～3.1 kt ある事は前述の通りである。Sweep line 長を今回の 30.6 m, 32.6 m の平均 31.6 m で上下同長とした場合最も良い状態はこの時の O.B. の展開力の場合となる。Sweep line 長は網と O.B. とにより実験上から求むべきである。又上下 Sweep line 長は同一長さとして O.B. と網との深さの差をつけない様にするのが最良である事は前記の通りである。次に又この長さは曳船の大きさによりその操作の点から云つて或る限度があるのでこの範囲内で最も O.B. 及び網に適当するものとせねばならない。

ハ　Depressor に就て

カナダの場合、網に装着する Depr. としては Columbia British の Mr. More 式 Depressor の性能からみても網口展開能力に留めて居る様で、網全体を沈める様な潜降力を持たせる今回の実験の場合の如きは甚だ良くない。前述の様に網を沈める能力のものは Sweep line より前の方に装着すべきで、網には網を上下に展開させる能力のものに留め、然もその能力は浮子と全く同一でその働く方向だけ反対のものである事が網成りの正常保持の点から見て絶対不可欠のものである。但し是は厳密な意味からであつて積極的潜降力，浮揚力の不等も抵抗に対して比較的少いものであれば許容の範囲であろう。一応考えられるのは謂所浮子と沈子は通常の硝子浮子又は鉛沈子を用いても上下支点計四ケ所には翼型の flying float 又は flying sinker を使用すべきである。即ち静水的にその浮力と水中重量とを同一として、その外形の大きさも同一として又揚力、潜降力を各任意速度に於て同一のものとなる様なものを設計装着する事である。

ニ　網に就て

上下網と左右網の展開能力が自ら異つているので、網目の大小の差を予め与えて置き適正に上下、左右を変換して使用する構成とする。Depr.と浮子との力の差が過大であるため網が側面的に見て上下不均衡な網成りとなつている。即ちCod endの深さが前述の様に網口高さの1/2の深さより上にあり網地が不自然に上にひきつつている。この事が総べての点で不都合を生じている。是は浮子、沈子及び揚力潜降力の等量化で解決されるのは前に述べて来た通りである。網中の流速の低下は割合良好ではあるが以西底曳の手繰網程程のものがあるので、鰊を対称とする場合今少しこの落差を減少させる事が必要であろう。この方法としては上下網と左右網との目合を変える事で解決出来る。即ち目合を上下網で小さくすれば左右網で大きな目合を使用する事で網中の流速の低下を防ぎ所要の網のふくらみは所要の方向に与える事が出来る。

ホ　浮子及び沈子

先ず今次の網に装着したものの水中重量関係は次の通りであつた。

網の水中重量（含浮子、沈子）……5kg
浮　子　4寸硝子玉　14ケ
1ケの浮力　630gr
計　浮力　8.82kg
ハツトブイ　4ケ
1ケの浮力　5.4kg
計　21.6kg
合計　30.4kg
沈　子　セト沈子　120ケ
1ケの水中重量　52.5gr
計　6.3kg
Depr.　大の水中重量　35kg×2=70kg
小　〃　8kg×1=8kg
合計　84.3kg

上記の様に、浮子による浮力は沈子による沈降力より24.1kgも上回つているが、網に装着した場合網全体は5kgの水中重量となつているので網だけの水中重量は29.1kgある事になる。従つて、30.4kgの浮子浮力は網の自重を打消す程度に過ぎない。然しH.R.に装着した浮子の負担は網の1/2であるから、網の自重を打消した上に16kgの浮力を持つている。これと等しい沈子は網の自重の半分14.5kgが加算されるから両者均等になるのは沈子重量は16kg−14.5kg=1.5kgで済む訳である。然るに網口を適正に3.0～3.5ktで開かせるに必要な浮力（揚力を含む），沈降力（逆揚力を含む）はどの位であるかを今後水槽実験から求めたいと予定している。

ヘ　曳網速度に就て

対称魚族に応じて自ら適正な曳網速度があると思われる。その適正曳網速度で最も良い網の状態を現わす様なものにしなければならない事は当然である。今次実験時に於ても前述して来た様に、O.B. 間隔、網口関隔から見ても 2.9 kt 附近のものがそれ以下の速度の場合より良好の様である。外国に於ても大体鰊の場合曳網速度は 3.0～3.5 kt 程度の様である。

今この速度が適正なものであるとすれば、今回の O.B. 網を使用して O.B. 間隔及び網口幅の変化曲線から見て 3.0～3.5 kt で丁度適正な網幅となる様である。

ト　網の水深調整に就て

方法として考えられる曳索の伸縮、速度の増減及び両者の組合せ等があるが、出来るだけ早期に希望水深位に網を安定させるためには、一挙に曳索の伸縮及び速度の増減をする事も考えられるが、これではむしろその後の安定に時間を要する様である。水深位を浅くするためには曳索の捲縮と速度の増加があるが、この場合はむしろ徐々に網が移行する様であるから寧ろ少々是等の操作を早めてやつても行き過ぎる懸念は少い。但し速度の増加は余り使用しない方が良い。然し水深位を深める場合がむしろゆきすぎる事があるので速度の低下をして再び増加する方法は安定に時間を要するので曳索の伸長だけで賄うのが良いであろう。然もその伸長速度もむしろ極く徐々にした方がかえつて早く網を希望水深に安定させる事が出来ると考えられる。

結論として網の水深変化には曳索の伸縮だけで操作すべきで然も浅くする時は捲縮を速く、深くする時は極く緩く伸長する事である。

チ　揚索時について

揚索時は今回の様に網の対水速度を 2.0 kt 程程（曳船の前進 1.5 kt、曳索の捲収速度 0.5 kt 程度の合計）としても、曳索時の速度 2.9 kt から約 1 kt の低下で網は約 30 m も深くなる事を考慮して海深とも考え併せて揚索法を決定すべきである。

3.　本漁具使用時の最も良い付帯条件の考察

(i)　O.B. 間隔及び網口幅

曳網速度 3.0～3.2 kt で曳網する事により網口幅、網口高共に大体 8～9 m 程度となり、この網に適合した網成りとなるであろう。

(ii)　上下 Sweep line 長

上下 Sweep line 長は差をつけず（ごく少量はつける。例えば 80 m と 81 m 程度に）同長のものとして1本の長さは 30～80 m 程度で O. B. の展開性能と網の抵抗により適当に決定するが良いと思われる。

(iii)　浮子、沈子の適量及び網口展開のための主たる構成

今次実験時の浮力は 30.4 kg であつたので一応等量の沈降力を有する鉛沈子を水中重量 30.4 kg となる量だけ装着する（今回はセト沈子 6.3 kg であつた）。その他両上下支点に翼型揚力

フロートを両上下支点には同速に於て全く同等の潜降力 Depressor を有する。翼型逆揚力を装着する。この揚力及び潜降力の適正値は今後述べる事とする。

(iv) 曳索長と網の水深比とソ連並みの 1/4 とする

O.B. の下辺に重錘を今少し装着し水中重量を 100 kg 程度（現在 80 kg として O.B. の前方水平走行曳索部分に Stopper を装着して置き曳網開始前に**潜降力と自重との和が** 3.0 kt 曳網時に約 220 kg を持つ Depr. を装着する必要がある。

註 220 kg の内訳は次の通りである。

本実験時の 3.0 kt 曳網時の曳索1本にかかる総沈降力（自重と潜降力の和）は 240.5 kg であつた。この中 Dep の大型1ケと小型の 1/2 の沈降力 152.5 kg は除外する代りに沈子重量を 24 kg 増加させる従つて都合 128.5 kg を追加する。然し O.B. の水中重量を 20 kg 増加させるので 108.5 kg となる。これだけの沈降力を O.B. の前方に与えれば丁度今次実験時と同じ深さを保つ。然るにソ連はこの場合より 110 kg 多いから両者の和 218.5 kg を O.B. の前方の Depr. に与えればソ連と同じ深さとなる。

(v) 曳網速度は 3.0～3.1 kt が適当であり、この時の網口幅、網高さ共に 8～9 m となるであろう。

4. 副漁具に就ての考察

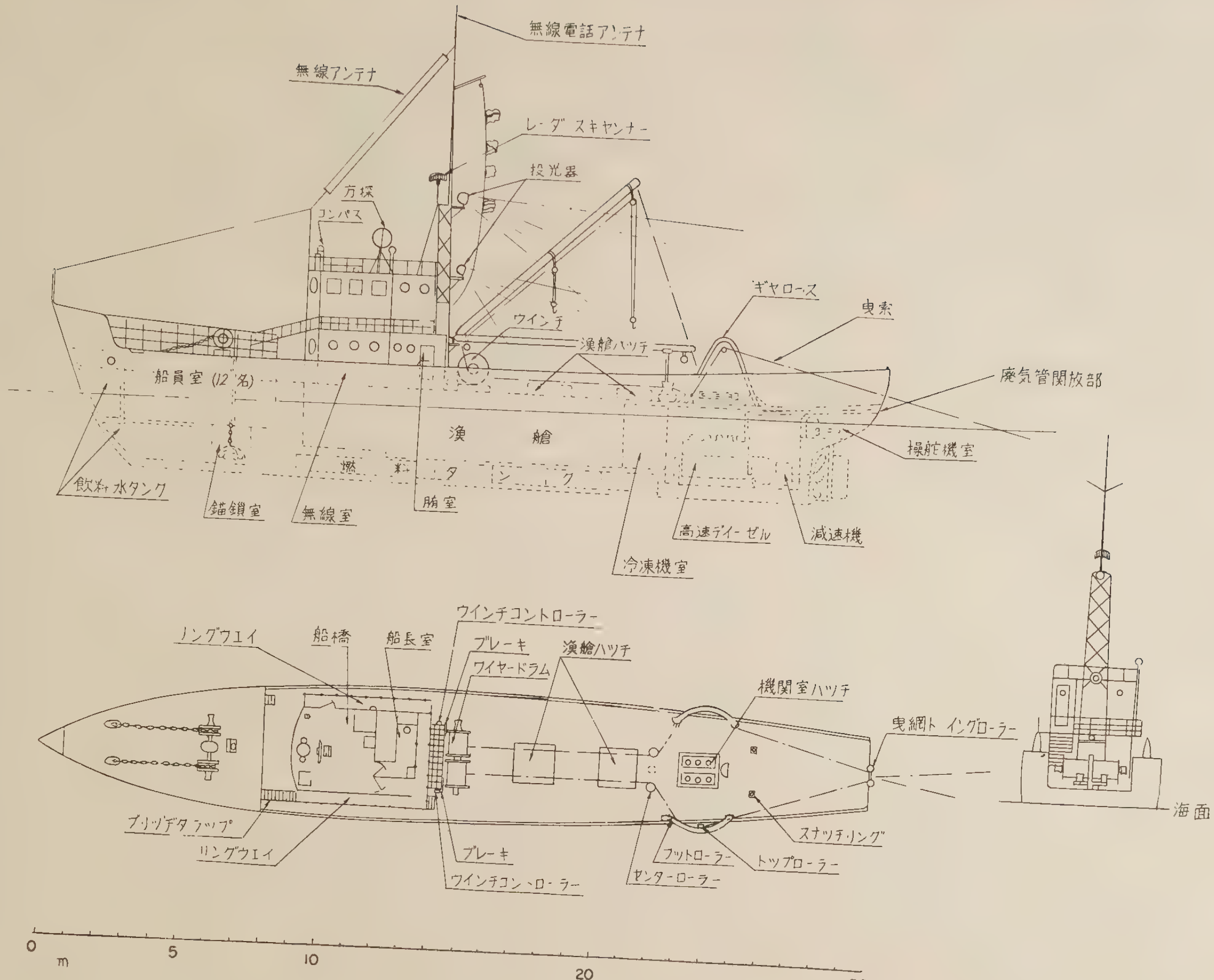
各種漁業にはそれ専用の漁船なり漁撈装置なりがあり、その機能を最も良く発揮出来る様になつている筈である。中層曳漁業に就ても同様能率を最も良く発揮するための漁船なり副漁具があつて始めて能率良い中層曳漁業が営まれる訳である。そこで漁船上の装備配置、副漁具、諸測定器に就て概念を述べてみる。

(i) 船の艤装

相当大型の Otter Boards 及び網を使用するので、充分なる機械力を駆使出来る様なものを能率良く配置する事が肝要である。当然従来の Trawler の様に Side 装備でなく Stern trawl type とすべきであり、そのためには作業甲板を船尾に広く設け、winch もその作業甲板の船首側に装備するのが良いであろう。又 Gallows も可及的に船尾に近く両舷に設けるのが良いであろう。

然し詳細に作業の種々の変化に応じて支障のない様な部位に精密に装置し、曳索のリード等も作業を良く考えて装置を考慮せねばならない。第54図は筆者の 120 屯型中層漁船の艤装の1試案である。

先ず船橋は可及的に船首側に配置し、後甲板を作業甲板として広くとり、なお、船橋の左右舷及び後部に廻廊を設け、作業指導に便ならしめる。Winch は船橋構造の後部に装着し winch 操作は直接又は船橋に於て遠隔操作可能の機能を持たさせる。作業甲板長の船尾から約 1/3 附近の両舷に Gallows を配置しその前方に Center roller を第 54 図の様に配置する。後部の舷檣の同図の様に開放させ、warp の一括及び投網に便なる様にする。又同船尾端中央部に Towing roller を設け曳索を一括して船外に出す様にする。なお、機関は高速 Diesel として


無線電話アンテナ
無線アンテナ
レーダ スキャンナー
投光器
方探
コンパス
ギヤロース
曳索
ウインチ
漁艙ハッチ
廃気管関放部
船員室 (12名)
漁艙
燃料タンク
操舵機室
飲料水タンク
錨鎖室
無線室
賄室
高速ディーゼル
減速機
冷凍機室
ノングウエイ
船橋
船長室
ウインチコントローラー
ブレーキ
ワイヤードラム
漁艙ハッチ
機関室ハッチ
曳網トイングローラー
ブリッヂタラップ
リングウエイ
ブレーキ
ウインチコントローラー
フットローラー
トップローラー
センターローラー
スナッチリング
海面
0 m
5
10
20
30

第 54 図　120 屯型中層曳網漁船艤装図

船尾に機関室を設けその前部に冷凍機室を配置する。又機関その他の排気管は船尾に導き船尾より放出させ特別に煙突は設けない。なお、漁艙は船橋下より冷凍機室迄として総べて冷凍管により冷却を計る。又 Gallows の中間に機関室の窓を設け、通気又は主機その他の出入のために機関室窓は取外し式とする。次に Gallows 後脚の横後附近の甲板上に両舷共スナツチリングを埋め込んで両曳索の Towing roller への一括作業に役立たさせる。Winch 前部中央に Derrick 支点を設け、同図に示す様に Boom を出し漁獲物その他重量物移動作業に使用する。

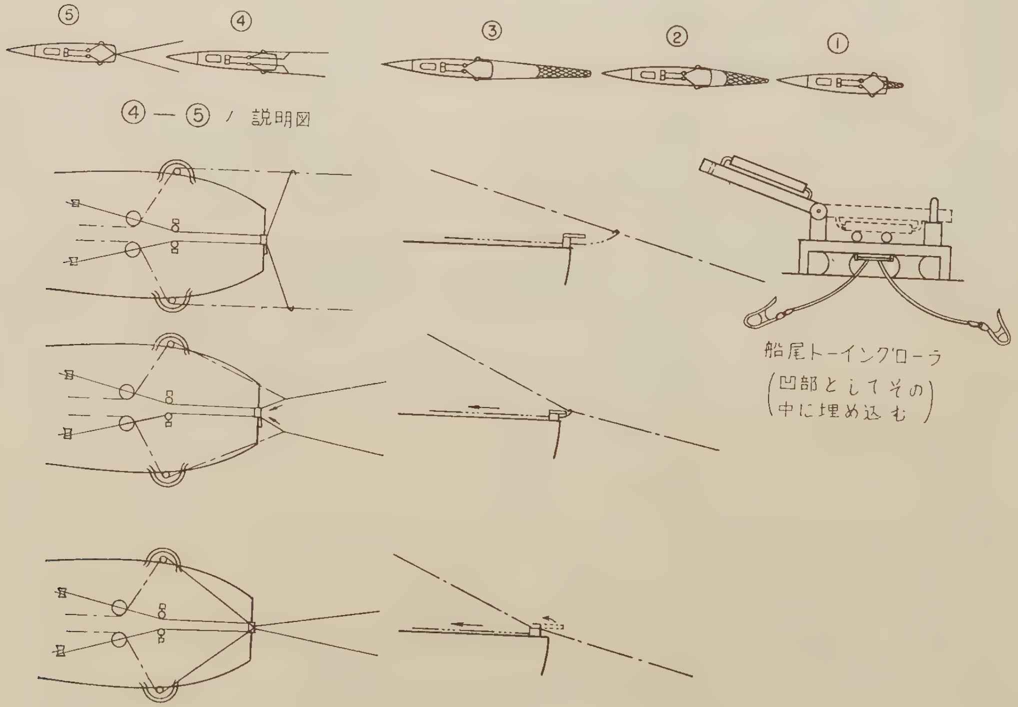
第54図に示したのは中層曳き漁船の大略の構想に過ぎないが、特に次の諸点に研究を集中すべきであろうと考える。

ⓐ 船尾舷檣解放のために船尾側予備
　浮力量の適不適

ⓑ Gallows の位置の決定
　作業が容易で投揚網時に曳索、O. B. Depr. 等が推進器に損傷を与えない様なものとする事が必要である。

ⓒ 曳網中の操舵を容易ならしめる事
　即ち曳索曳航支点と船体の旋回中心との関係を最も操舵しやすい様なものとする。

ⓓ 舵面積及び形状の適正なものの採用



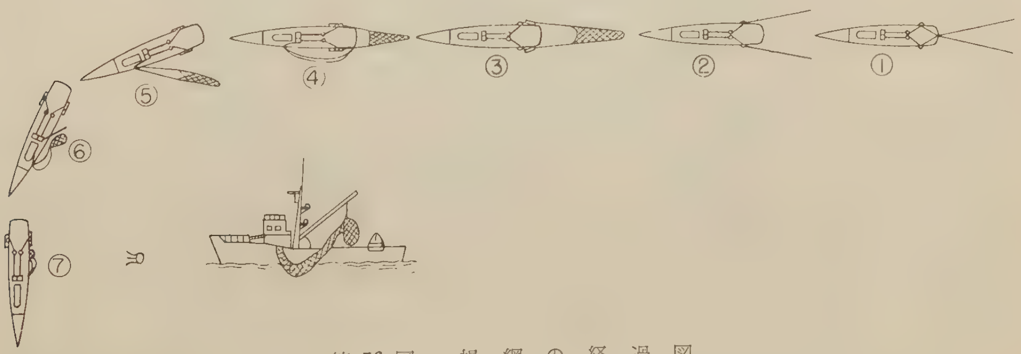
第55図　投網要領図

ⓔ　機関の占める容積の小型化の研究

（ii）　投揚網及び曳網の操作方法の1案例

曳網方向に微速前進しつつ、O.B. は Sweep line に結止して置いて船尾より Cod を先に徐徐に身網を出し、網全体を船尾に吹き流しその後曳索に連結してある O.B. を Winch の逆転により Top roller に吊し O.B. を吊してあつた Stopper chain の縁を切る。次に静かに Winch を逆転させて両舷の O.B. を水中に下し、O.B. に抵抗を与えて推定器より充分離れてから、Winch と Motor との縁を切つて Brake をゆるめる事によつて除々に曳索を伸してゆき、時時停止させて O.B. を極端に沈降させず展開力を効かせながら、曳索を所要の長さ迄伸す（①～④）。曳索を所定迄伸したら④～⑤の説明図に見られる様に、船尾 Towing roller の下の穴に両舷各1本のリードフツクを通し両曳索にかける。リードフツクワイヤーは図の様にスナツチリングに取り付けたテークルを通じて Winch の Side drum に捲き、人手で曳索を見ながら捲回する。すると曳索は船尾 Towing roller の処に括約されるから、充分括約したら Towing roller の上方の開閉蓋を曳索を押える様に閉じピンをさす、その後リードフツクを曳索から外せば曳網の態勢が出来上る。曳網速度は O.B. を入れた後から半速に上げリードフツクを曳索にかける以前に全速にし、その儘の速度を続ければ良い。その次に甲板とのスナツチリングに懸けてあるテークルを外しリードワイヤーと共に所定の処に格納する。それが終つたら Winch は Motor に直結して置き Brake を緩めて何時でも船橋の遠隔操縦の作動が効く様にして置く。船尾 Towing roller は 船尾円弧レール上を摺動出来る様にして置くのも一案である。

次は揚網であるが、先ず船尾 Towing roller の上蓋のピンを外すと、曳索は自力に依つて両舷方向に跳ねて外れる。この時曳網速度を適当に低下させて Winch を回転させて曳索を捲き込む。O.B. が船尾附近に来たら充分慎重に捲いて O.B. を推進器に当てない様に注意しつつ Top roller 迄捲き揚げ Hanging chain で O. B. を Gallows に吊す。その後用意してある大廻し Wire で Sweep line をまとめて捲き込み、Sweep line と O.B. との縁を切り離して船を左舷に回頭させつつ然も左舷側から風を受ける様にする。次に両袖が図の様に船橋横に来たら Stopper をかけ1本 Quater により Cod end を舷側に寄せデリツクブームによつて漁



第56図　揚網の経過図

獲物を船内に取り入れる。魚捕内の魚を甲板上に取り入れる方式は必しもこの方法を採る迄もなく既に外国でも良好な方法が採用されている。

(iii) 機関及び附属装置とその遠隔操縦装置

艤装上から見て漁艙は船尾に配置する様になる。従つて機関を船橋下に装備すると漁艙の中を Propeller shaft が通る事になる。是ではシヤフトにより漁艙容積を相当量無駄にするし、船体の屈曲等よりシヤフトに無理が来やすいので船尾に機関を配置しなければならない。そのためには極力機関の容積を小さくする必要があるので此の際高速 Diesel を配すべきであろう。この方式だと以上の条件を総べて満足し得る。その前方に冷凍機室を配し主機等の廃気管は船尾に導き船尾から放出される様にし特別に煙突は配備しない。又 Winch は電気 Winch (Trawl winch) 又は Hydraulic winch を装備する。以上の両機共総べて船橋に於て遠隔操縦式とする。此の理由は網の水深を船橋に於て随時 Control 出来る様にするためである。

即ち、増減速と曳索の伸縮で網の水深を希望の層に誘導するためである。可及的に短時間にこの操作を行うためにはどうしても遠隔操縦を行なわざるを得ない。又網の深さは総べて後述の測定器により船橋の Meter に刻々と指示される様にしてあるので、この Meter を睨み魚探記録を参照しつつ遠隔操縦装置の駆使によつて速やかに又正確に網を Control して漁獲能率の向上を果す。

(iv) 中層曳網漁業に必要な測定器

a) 網の深度計の遠隔指示装置

前に述べた様に、曳索長及び曳網速度によつて必しも網の水深は一定ではない。勿論理論上から云えば、両者が確実に同一であれば網の水深は一定の筈である。然し海況天候による潮流(垂直的の二重、三重潮もあるであろう) 及び船体の風圧等により機関回転数が同一であつても船及び O.B. 網に当る対水速度が千差万別である。この様な事から前記の様な矛盾もうなづける訳である。以上の理由から精確な水層を曳くためには、どうしても時々刻々の網の位置を船に於て摑む必要がある。又網の水層を変化させる場合もこの装置なくしては速やかな又精確な実施は不可能である。その具体的方法は有線式でなく超音波によりそのシグナルを船に伝達させるもので、後に漁船研究室で設計試作した漁研型遠隔式中層曳網深度測定装置について記述する。

b) 水深水温計 (本報に報告)

鰊その他の生態を今後正確に摑み漁獲能率を向上させるためには、常に漁獲量と水温水深の関係を常に計測しそのデーターにより積極的に狭義の漁場を探知するために役立さなければならない。この計器として当研究室には網に装着して網の通つた水深と水温とを連続記録させる軽量なものと船から随時垂下して垂直的な水温分布を測定する海洋計測型の 2 種類を審察設計試作し感度精度共非常に良好な結果を得ている。これは遠隔伝達方式とすることも可能である。

c) 張力計

鰊その他の入網魚量は以西と異り相当量のものが見込まれている。入網を知らずに曳網を続

ける事は魚の鮮度低下漁網の破損及び時間の浪費等の不都合が生ずるので、これを曳網中船に於てその入網量を船に於て知る必要がある。

当然魚がCodに或る程度以上入り網地に密着すれば抵抗が増加する。この抵抗増加を常に測定して居ればこの事をすぐ察知する事が出来る。この構想は昭和27年当室で筆者等が技報に発表した魚量計を使用すれば良い。発信器の装着はTop roller又はCenter rollerに装備して置き指示計を船橋に置けば良い。

d)　魚群探知機

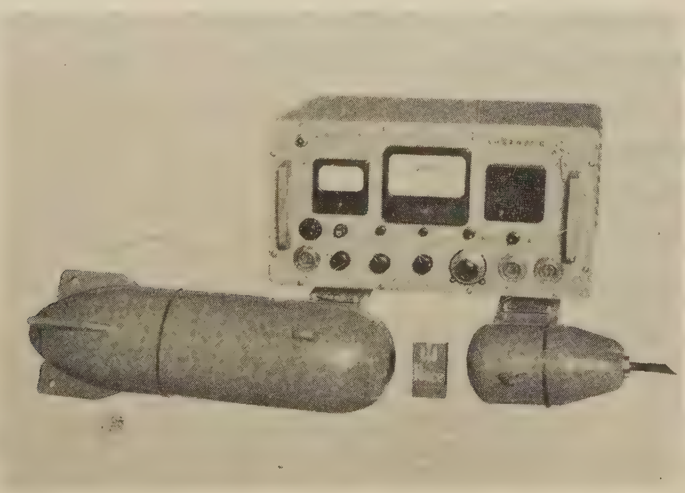
前に述べた様に中層曳き漁業には魚群探知機なくしてはその能率は全く発揮出来ない。然も垂直式のものは曳綱速度と曳索長の関係から網が船の直下に来るのに3～4分間以下程度の時間しかない、これでは仲々単魚群の確実な入網は困難となる。勿論魚群の水層に大した変化がない場合なら別であるが、若し単一魚群が然もばらばらの水深に点在している様な漁場ではその一つ一つをつまみとる式の漁法をやらざるを得ない。このためはどうしてもSONAR型の魚群探知機の使用こそ中層曳きの最も適した漁法と云うべきであろう。

C.　漁研型遠隔式中層曳網深度測定装置

1.　I　型

(i)　原　理

第57図に示すように中層曳網の一端に深度信号発生器をとりつけ、その深度に応じた超音波信号を受波器に向けて発射する。受波器は曳船のWakeによる妨害を避けるため、曳索に沿わせてWake圏外に位置するようにしてあるから、超音波深度信号は妨害を受けることなく水中を伝播して受波器に入り、ここで電気信号に変換されて曳船内の受信器に与えられる。そして一度増巾された上で検出され、深度計に指示されるという方式である。かような無線伝達方式



第　57　図

は有線方式にくらべて発信側も受信側も複雑になりやすく、雑音による妨害などの問題もあつて簡便な方式とはいえない。しかし、有線方式をとればキヤブタイヤコードが作業の邪魔になり、コードの強度不足も手伝つて実用には程遠いし、又そうした欠点を除くため曳索の中にコードを封入させるという方式も一部では試みられたが、こうした特殊曳索を使用すること自体既に問題であり、まして張力のかかる曳索内にある導線の絶縁不良や断線事故発生の場合を考えると、アイデアとしては面白いにしても到底実用的とはいいがたいのである。従つて無線伝達方式を採用する方が、測定装置の複雑化を招いても作業への妨害が少く、漁具の特殊化を来たさないという点でより実用的であると判断したわけである。

(ii) 構　　成

本装置は次の三つの部分から構成されている。

深度信号発生器
受　波　器
受　信　器

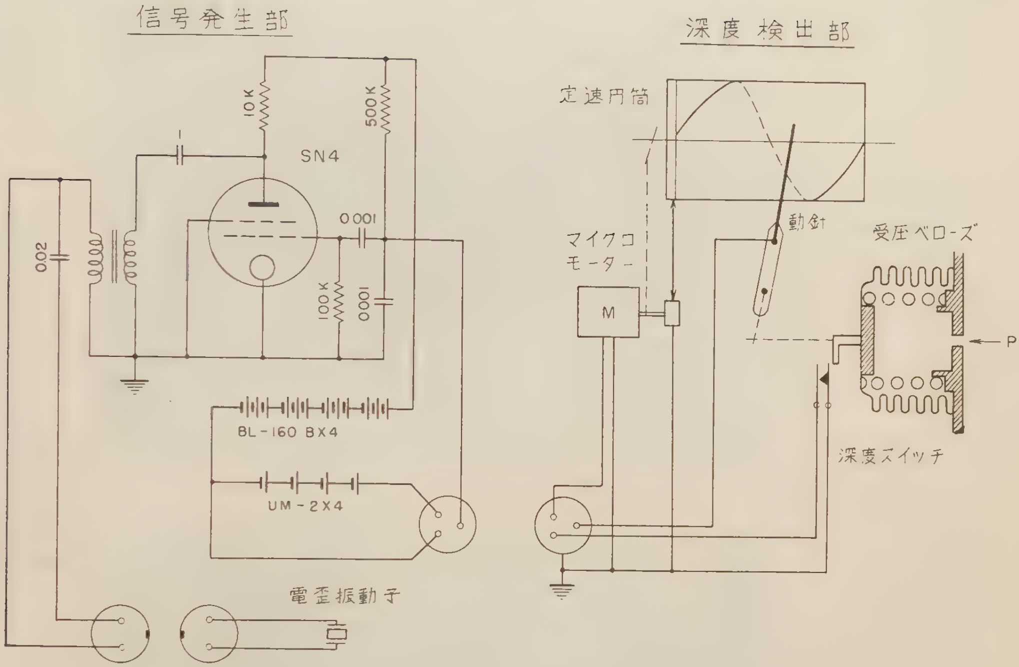
次にその各部について簡単に説明することにするが、試作に当つて目標とした特性はあらまし次のようである。

計測可能距離	500 m 以内
計測深度範囲	10～120 m
精　　度	±1.0 m 以内
深度信号発生器の耐圧	50 kg/cm^2

〔深度信号発生器〕

深度信号を送るにはいくつかの方式が考えられるが、最も常識的で優れているのは周波数変調方式であろう。1959年3月、アメリカ (Electronics) で発表された“Underwater Telemeter”もこの方式である。しかし、これは回路構成が複雑となつて、安定性に欠ける怖れがあり、必然的に電池容量も大きくなるので、小型軽量であることが望ましい信号発生器が大型化することになる。現にアメリカのそれも我々の試作品よりかなり大型となつているようである。(なお漁船研究室における試作は1958年11月に完成したもので、アメリカの報告発表以前であり、設計に関して何ら参考とした所はない。それにもかかわらず、受波器を船の Wake 圏外におく方法が同じようになつたのは偶然の一致にすぎない。) そのほか符号方式などもあるが、発信が簡単な代りに受信側の判読法に問題があるというように、いくつかの方式をとり上げて検討を加えるとそれぞれ一長一短があつて、特にすぐれたというものは見当らないようである。そこで今回の試作では安定性という事に重点を置いて次に述べるような簡単な方式を採用することにした。

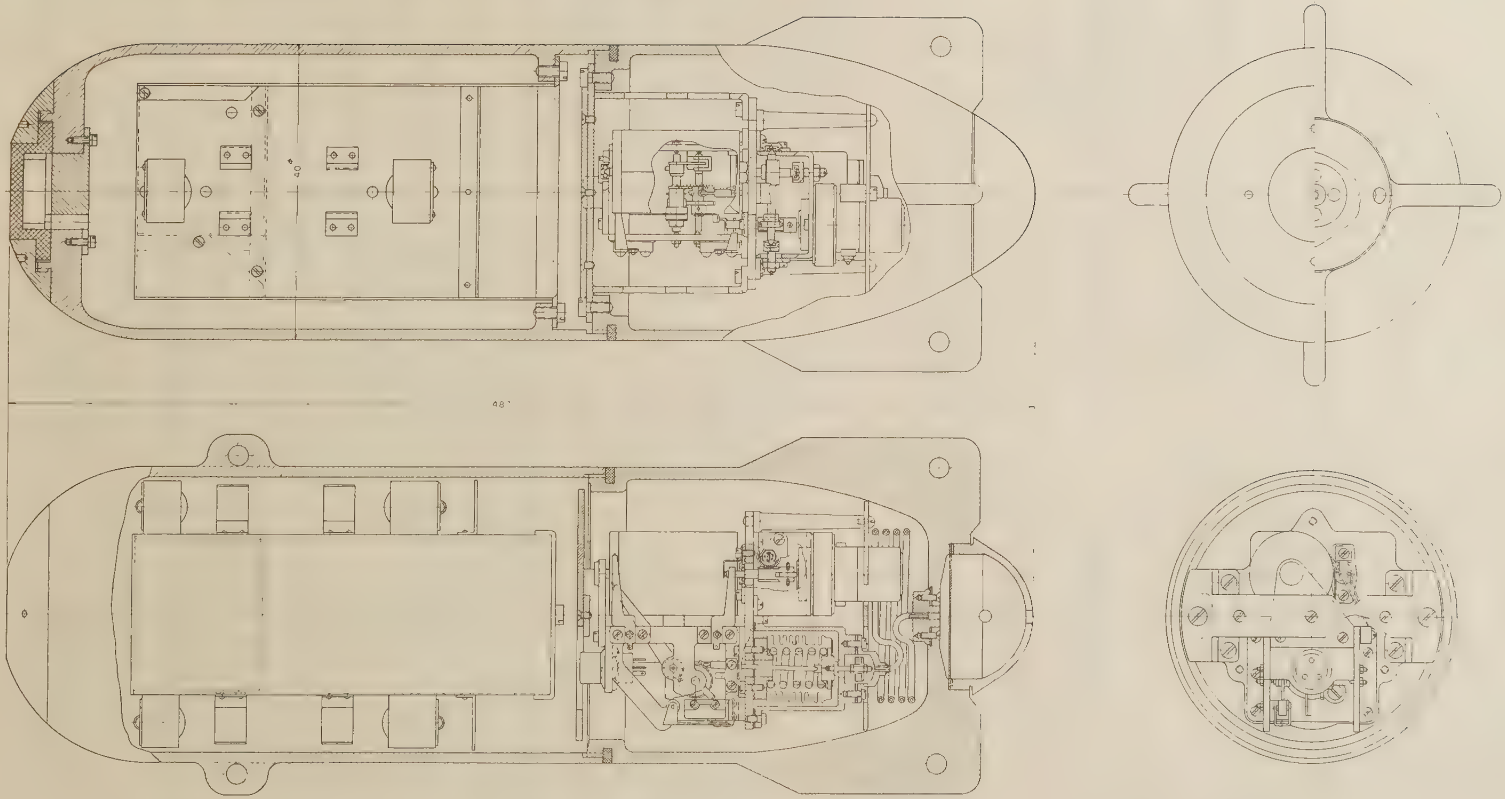
第58図は深度信号発生回路の説明図であるが、これによつてわかるように、水深による圧力は受圧ベローズに加わり、ここで深度相当の変位に変換され、リンク機構や歯車等によつて動


信号発生部
10K
500K
SN4
0.02
0.001
100K
0.001
BL-160 BX4
UM-2X4
電歪振動子
深度検出部
定速円筒
動針
マイクロモーター
M
受圧ベローズ
P
深度スイッチ

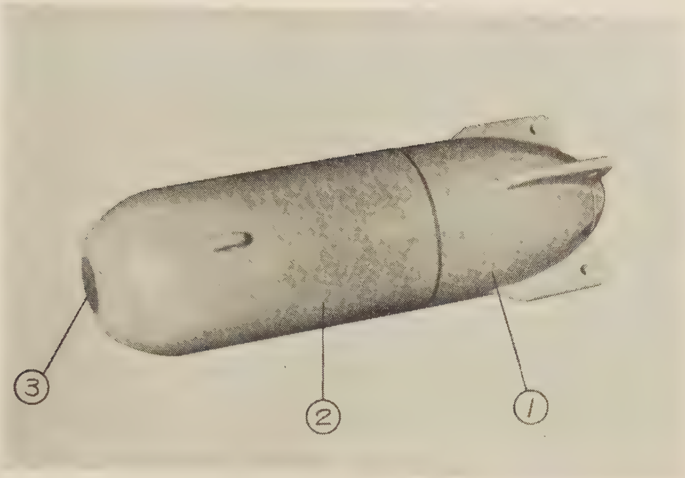
第 58 図　深度信号発生器回路図

針の変化となつて伝えられる。動計の先端は接点となつて、マイクロモーターで定速回転を行つている円筒（以後定速円筒という）上に接触し、深度に比例して定速円筒の軸方向に摺動する。定速円筒の表面はスパイラルの線と円筒軸に平行な直線によつて境界がつくられ、導体面と絶縁面とが半分ずつ占めるように区分してある。つまり定速円筒の軸方向の長さに対し、円周方向の導体の長さが直線的に変化するようになつているのである。従つて動針が深度圧によつて定速円筒の軸方向に移動し、その深度に相当する位置を占めれば、動針と導体との接触している時間は深度に比例していることになる。そこでその接触時間中、信号発生回路の放電管が動作するようにして（この時放電回路はマイクロモーターの軸に設けられた接触子によつて毎秒 40 回の断続が行われるようにしてある。）、電歪振動子を励振し、超音波パルスを発射させれば、パルスの巾は深度に比例するわけである。これを受波器で受けて電気信号に変換し、受信器で検出すれば所定の深度が計測できるわけである。この方式は信号発生回路が簡単で故障の原因が少く、しかも電源電圧の変動は測定精度に無関係であり、その電源はパルスを発射している時だけしか使われないので消耗が少くてすむ、という利点がある。しかし、その反面、深度信号は定速円筒が一回転する間に一回しか送れず、計測が間歇的になるという欠点がある。これを実用上さしつかえない程度にするため、定速円筒の回転速度は 1 回転 10 秒とした。つまり 10 秒に 1 回の計測が行えるようになつているのである。

以上が深度信号発生方式の概要であるが、次に具体的な構造について簡単な説明を加えるこ

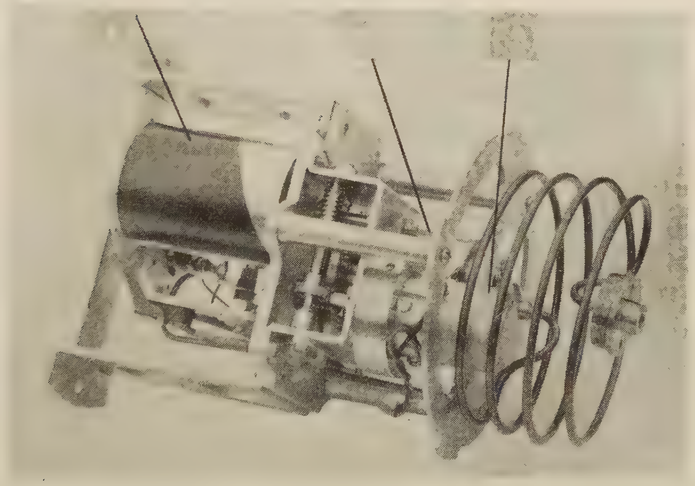


第59図 I型発信器（設計図）



1. 水圧検出部
2. 信号発生部
3. 電歪振動子

第 60 図　発　信　器



1. 回転円筒
2. ベローズ
3. マイクロモーター

第 61 図　発信器の内部

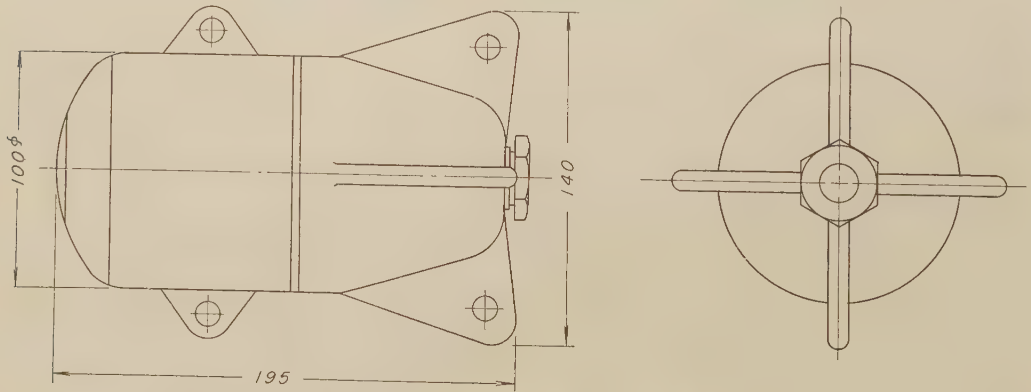
としよう（第 59 図参照)。深度信号発生器は小型で軽量という点に重きをおいて筐体を軽合金製とし、しかも流体抵抗を少くするため流線型に近い形状とした。寸法は直径 140 mm，長さ 487 mm，重量 8.5 kg であるが、水中重量は 2.0 kg であり、流体抵抗は速度 4 ノツトで 0.15 kg 程度にしかすぎない。このくらいなら網に与える影響はまず無視できると思われる。筐体は前後の 2 部に分割できるようにしてあり、前部は信号発生部を収める（容積の大半は電池で占められる）とともに、その先端に電歪振動子を装備する。後部には深度検出部の機構が収めてある。前部の深号発生部は放電管に SN 4 を用い、その回路構成は第 58 図に示したように極めて簡単なもので、電源としては乾電池 BL–160 B を 4 個（電圧 360 Volt）を直列に使用する。電歪振動子は直径 30 mm のチタン酸バリウムで共振周波数 200 kc，指向角 ±11° と

いうものを使用している。この振動子は受波器にも同規格のものが使われており、指向角を±11° としたのは指向性を鋭くすることによつて計測距離を大きくするのが目的であるが、同時にこの程度であれば受波器の位置や信号発生器の取付け方に甚しい誤りのない限り、信号がはずれることなく受信できるという見通しのもとに両者の妥協点として決定したものである。又 200 kc の採用はいうまでもなく水中雑音の影響を少くするためである。

後部筐体を占める深度検出部の構成は、受圧ベローズを主体とする機構部と、定速円筒を回転させる駆動機構とに大別される。受圧ベローズは尾端のダイヤフラムを介して深度圧を受け、深度 120 m で 4 mm の変位を生ずるように発条によつて制御されている。この変位がリンクや歯車によつて動針にほぼリニヤーな角変位（0～120 m で約 50°）として伝えられる。定速円筒を駆動するマイクロモーターは回転数を 2,400 r.p.m. に調整したガバナー付のもので、電源電圧 6 Volt，無負荷電流 20 mA のものである。これを減速歯車によつて 1/400 に減速し、定速円筒を 6 r.p.m. つまり 1 回転 10 秒回転するようにしてある。定速円筒の表面は前述のように導体面と絶縁面とからなつているが、導体面は黄銅なので防錆のため金鍍金を施している。マイクロモーターの電源には UM-2 を 4 個直列にして使用するけれども、発信時のみ使用する放電管回路の高圧電源と異つて連続使用するものであるから、使用時以外はなるべく無駄な消耗をしないようにする必要がある。そこで水深によつて自動的に作動する深度スイッチを設けている。これは受圧ベローズの変位を利用してマイクロスイッチを開閉させるものであつて、今回の試作では一応深度 8 m で作動するように調整した（この作動深度は要求によつて任意に調整し得るようになつている）。従つて 8 m より浅い所では深度信号発生器の一切の動作は停止されるから、使用者はその起動、停止に関しては何ら操作する必要がなく、操作の誤りによる事故発生の怖れは全くない。

〔受　波　器〕

受波器は第 62 図のような形態をもつもので、深度信号発生器よりの超音波信号を受けて電気

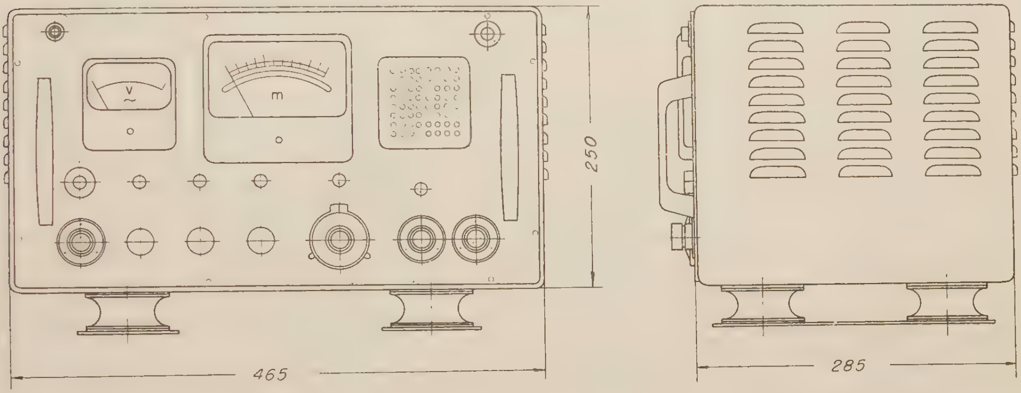


第 62 図　受信器外寸図

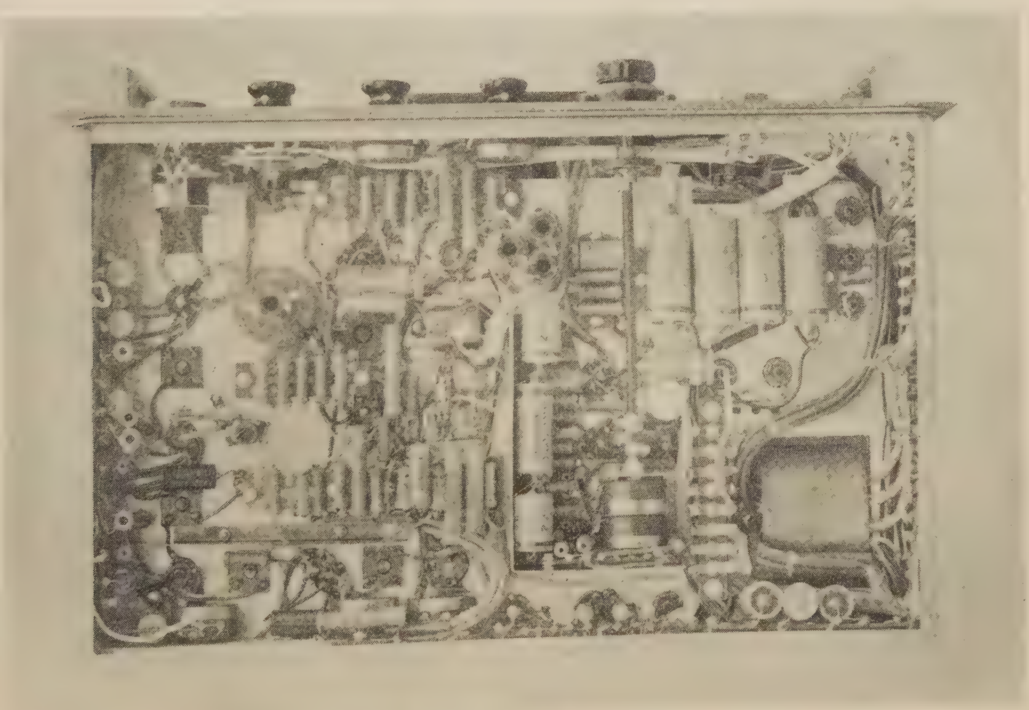
信号に変える作用をする。変換器としては深度信号発生器に使用した振動子と全く同じ規格のチタン酸バリウムる使用している。又この受波器は曳船の Wake 圏外に位置するように曳索に沿わせて曳航するため、長さ約 25 m のキヤプタイヤーコードが附属している。

〔受信器〕

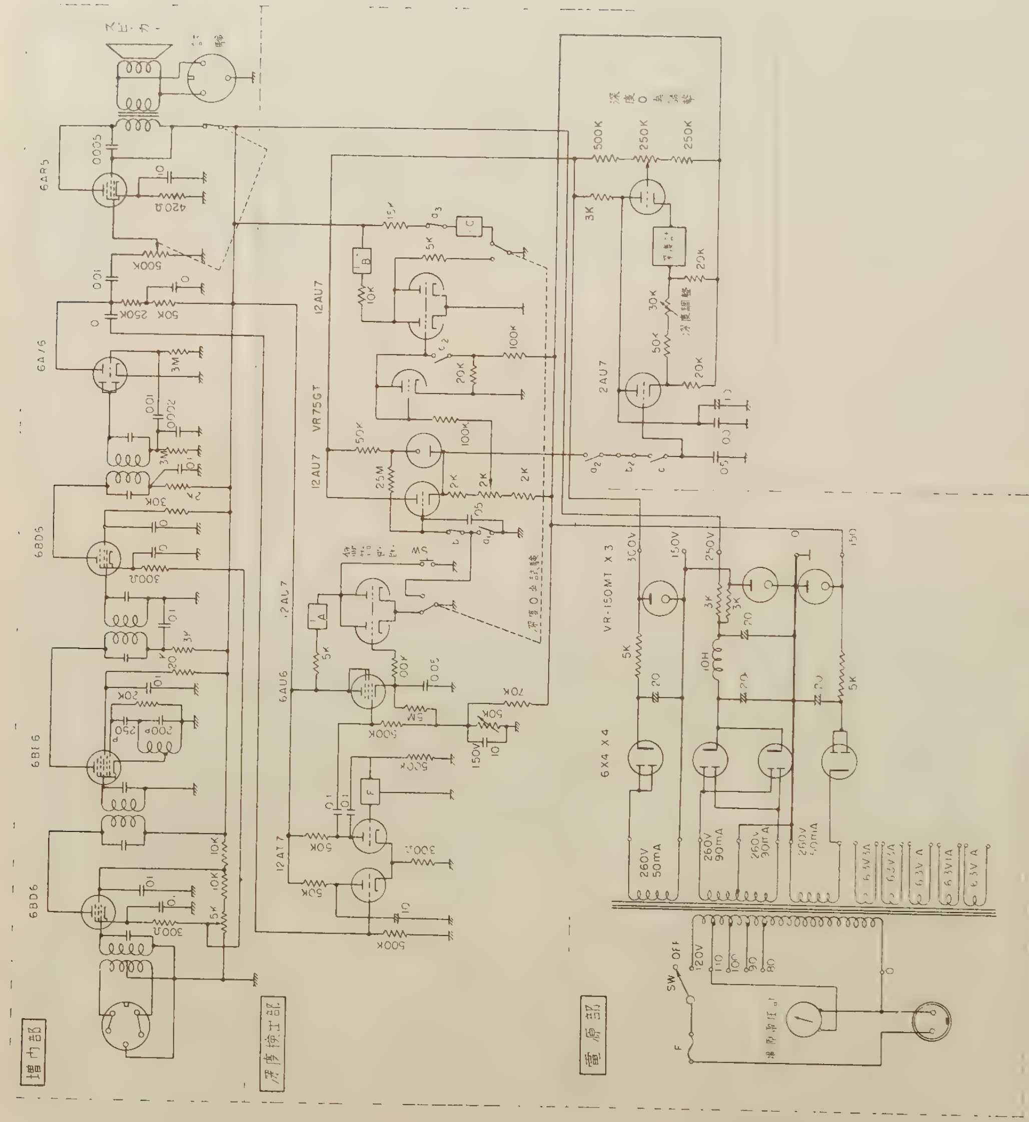
受信器は第63図にみるような外形寸法を有し、その内部は増巾部、深度検出部、深度表示器用発振部及び電源部の4部から成立つている。深度指示計はパネルの中央にあり、その左右に



第63図　受信器外寸図

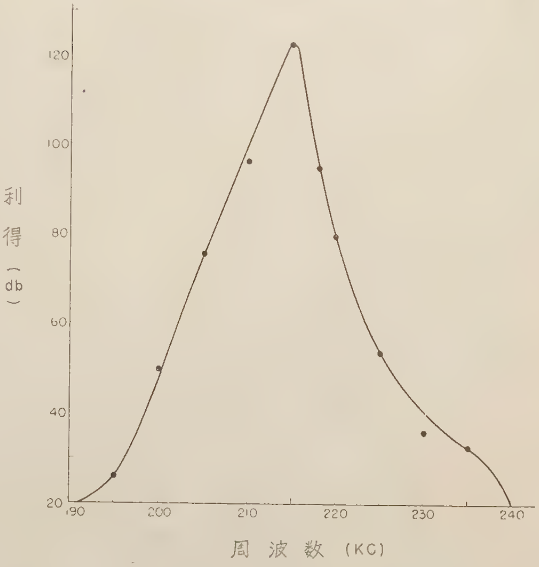


第64図　受信器の内部


増巾部
深度検出部
電源部
6BD6
6BE6
6BD5
6AV6
6AR5
スピーカー
12AT7
6AU6
12AU7
VR75GT
2AU7
深度0点調整
深度0点試験
VR-150MT X 3
6X4 X 4
260V 50mA
260V 90mA
260V 30mA
120V
110
100
90
80
SW
OFF
F

第 65 図 受信器回路図

電源電圧計とスピーカーとが並んでいる。これらの下に感度調整、音量調整、0点調整、電圧調整等のつまみが配列してある。回路構成は第 65 図に示すようなものであるが、その中の増巾部の周波数特性は第 66 図のように 215 kc に鋭いピークのあるものであつて、最大利得は約 120 db である。この増巾部によつて、受波器よりの深度信号は増巾され、深度検出部に送られる。ここで深度信号をそのパルスの幅に比例した電圧（深度に比例した電圧）に変換し、深度目盛を施した電圧計に深度を指示させるのである。深度検出部の入力側には濾波回路を設けて雑音妨害を避けるようにしてあるが、これらは特別の回路構成によつて、大きな雑音が入来してもそれが1秒間以上続かないと深度計が動作しないようになつている。又深度信号が伝播経路の不良などによつて途切れた場合、それが 0.2 秒以上続かない限り深度指示計に誤差を生じることはない。ところで増幅部には出力回路を設け、スピーカーで深度信号を聴音できるようにしてある。これは深度指示更正のために必要であるが、そのほかに計測可能距離を超えた時、つまり深度信号発生器と受波器の距離が大きくなつて信号入力が弱くなり、増幅部の Gain を最大にしても深度検出部が動作しなくなつた時、深度信号の持続時間を聴音によつて計測すれば簡単に深度が求められるという効果がある。さらに深度指示計の指示に異常が認められた際にも、その原因が深度信号発生器の側にあるか、受信器の側にあるかが簡単に判別できるし、雑音状況や信号の入り方によつて受波器の位置の適否を判断することもできて甚だ便利である。

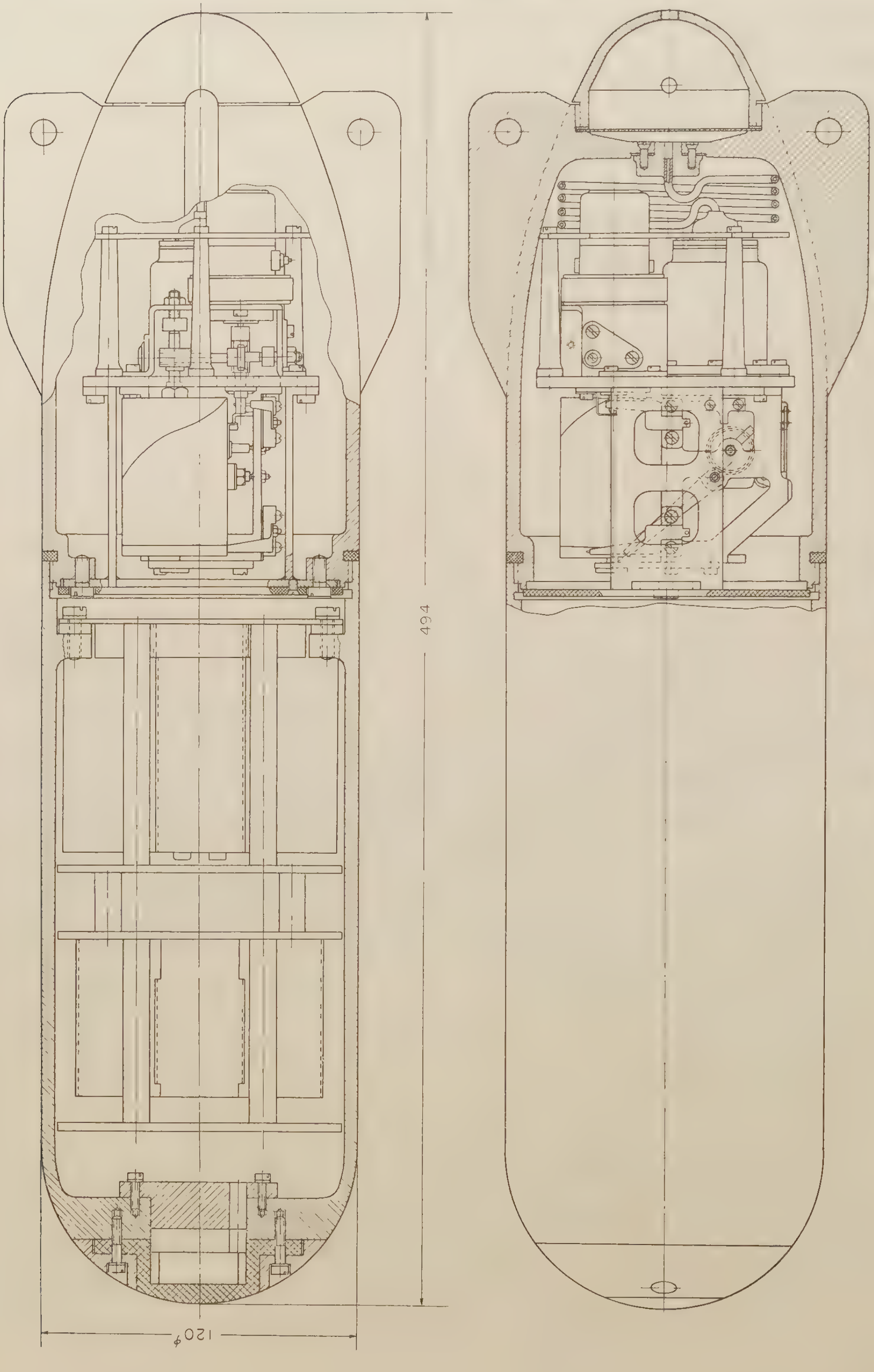


第 66 図 増幅部の周波数特性

深度表示器用発振部は深度指示計を動作させるための発振回路である。ところがこの表示器は実験の結果あまり効果的でないことが判明したので、今後は使用しないことにした。従つて表示器関係の説明は省略することにする。

2. II 型

以上の試作 I 型については 1958 年 12 月より翌年 9 月にかけ、各種の基礎実験と実用試験を行つたが、その結果は計測可能距離 1,000 m に及び一応満足すべき成績をおさめた。しかし何分、始めての試作装置であり、いくつかの改良すべき点が見出されたので、それらを採り入れて新たに設計したのがII型である。これによつて実用器としての一応の特性と形態をそなえることができたと考えているが、その改良点を挙げるとおよそ次のようである。（II型といつても基本



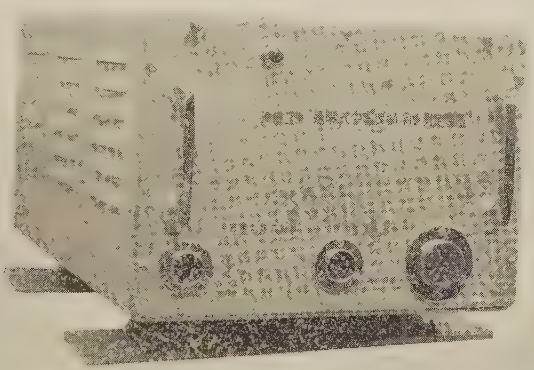
第67図 II 型発信器

的方式に変更を加えたものではないから、以下述べる改良点によつてそのあらましを御理解頂きたい)

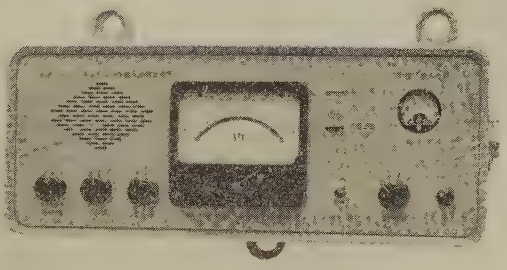
(1) 深度信号発生器の高圧電池は連続でも40時間以上の使用に耐えるに反し、低圧電池はマイクロモーターの負荷電流が予想より大きかつたため、連続10時間程度で交換しなければならない結果となつた。そこでII型では高圧電池の容量を小さくし、低圧電池の容量を大きくした。

(2) 電池の変更によつてその占める容積が多少減じたので、深度信条発生器の外径を20 mmつめて120 mmとした。

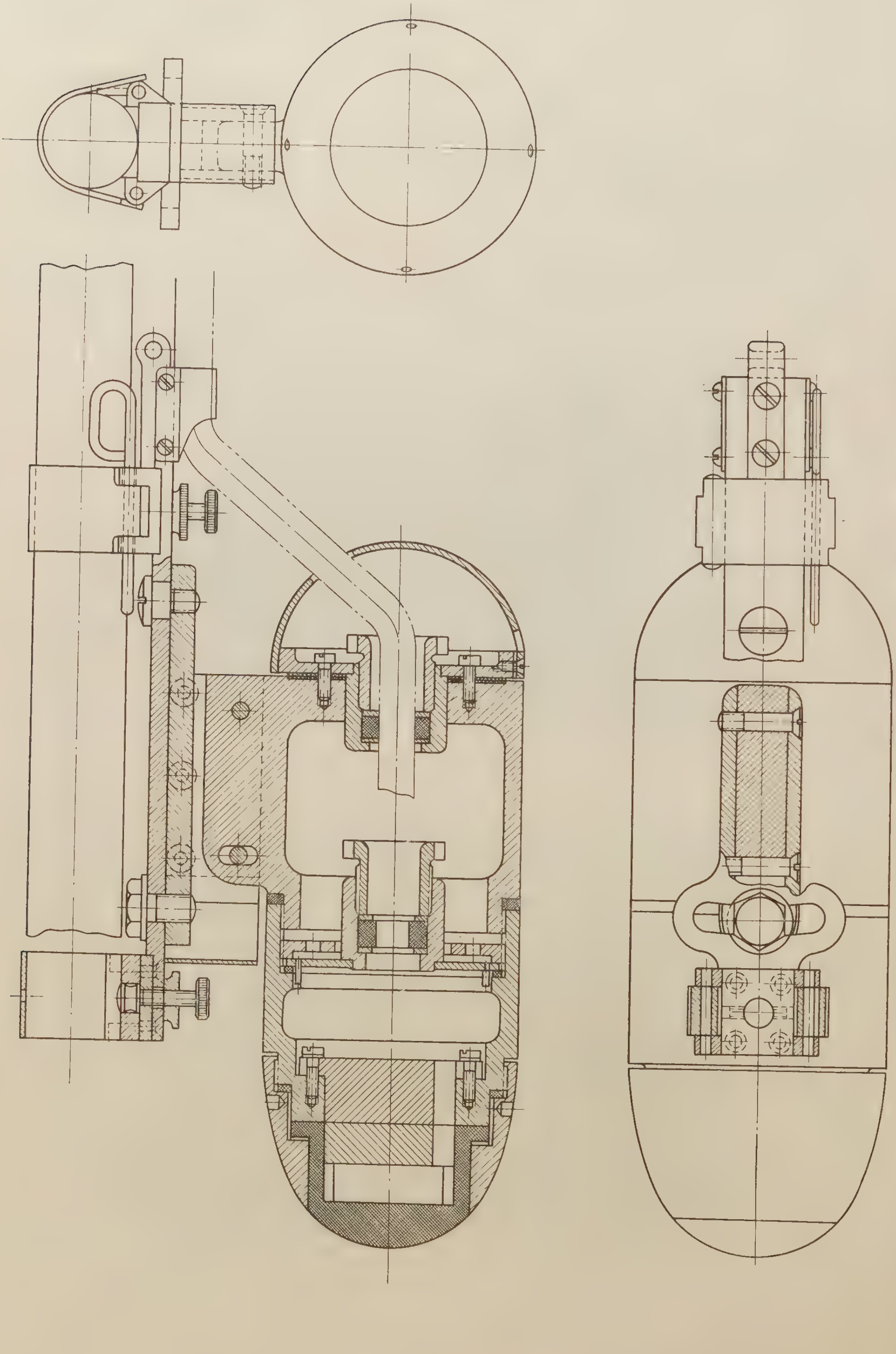
(3) 定速円筒の導体面は金鍍金を施しておいたが、長い間の使用では鍍金面が摩耗して錆を



第68図　受　信　器



第69図　指　示　器



第70図 受波器

生じるに到つたので、II型では材料を不錆鋼に変えた。

(4)　受信器の深度指示計の指示変化（10秒に1回の計測であるから、次の信号による深度決定まで指針は不動でなければならない。しかしI型では回路の絶縁性が悪いため約2mの指示低下があつた）を0.1 m/10 secに向上させた。

(5)　周波数フイルター（40サイクル）を可変として、深度信号発生器のマイクロモーターの回転数変化（電源電圧の低下によつて生じるもので、I型ではその変動率がそのまま深度の誤差となつて現われる）に追従できるようにし、誤差を生じないようにした。

(6)　雑音除去回路を改良して、雑音による深度指示計の誤動作を一層少くするようにした。

(7)　深度指示較正を運転中に行なえるようにし、I型ではストツプウオツチで計測しているのを電気的に行なえるようにした。

(8)　指示器を別に筐体に分離して独立させるとともに、電流部の整流回路を改良し、I型ではとかく生じ勝であつたリレーのチヤタリングを防止するようにした。

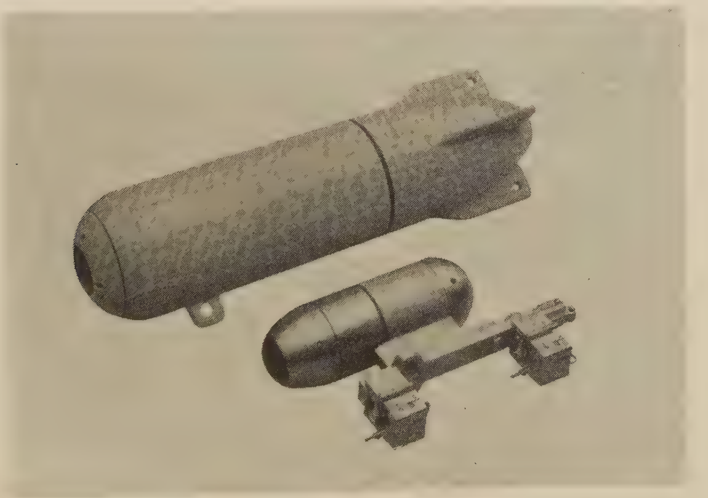
(9)　深度表示器を廃止した。

(10)　受波器の形状を流線型に近い形状とし受波器自身の発生する渦を少くするようにした。

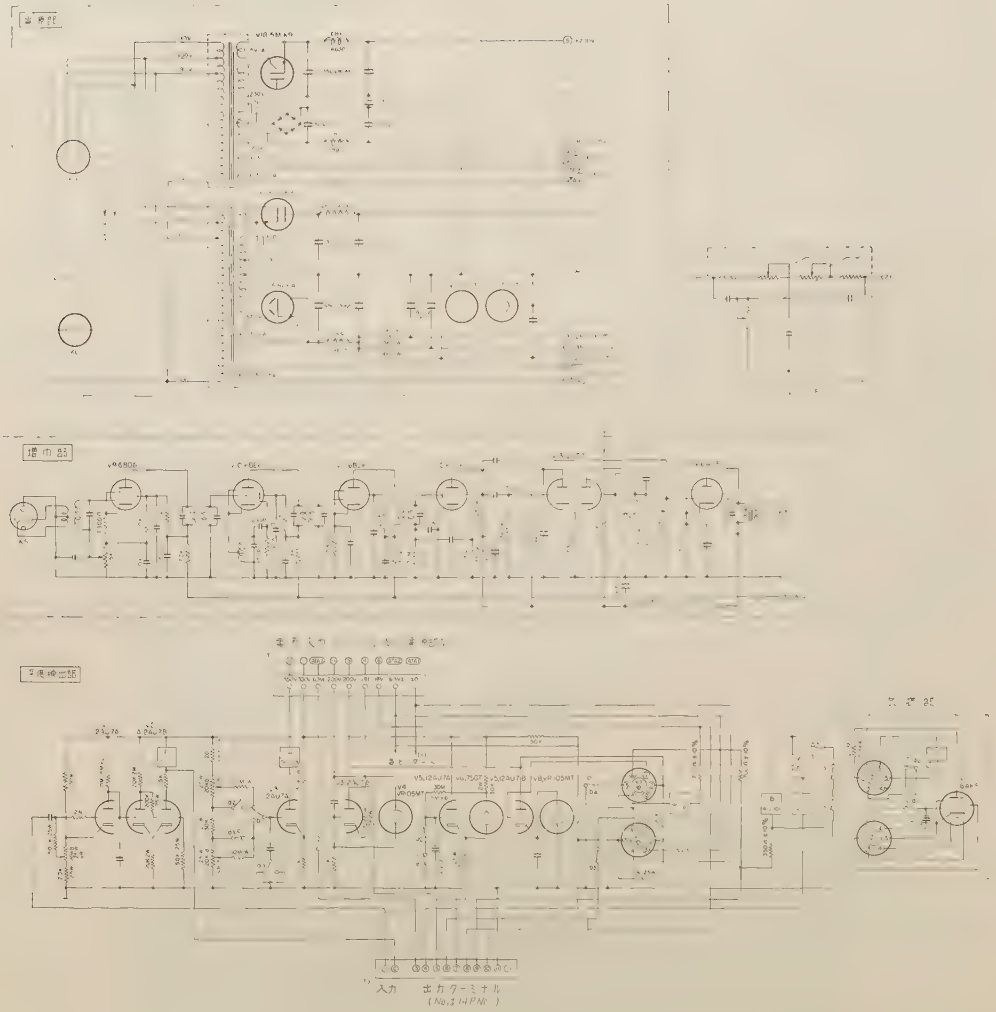
(11)　受波器にはその姿勢を上下に±4°、左右に±10°調整し得る金物を設け、曳索にとりつける部分にはローラーをつけて揚げおろしが容易に行なえるようにした。(第75,76図参照)

(12)　指示器を受信器と別個のものとし、在来の魚探記録器の上部に載せて両者の比較を容易にできるようにした。

大略以上のような改良を行なつたのがII型であり、その詳細を第67図乃至第73図によつて示しておく。

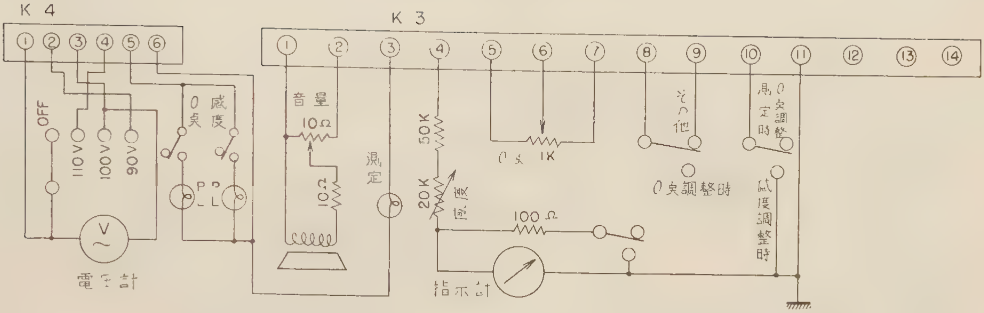


第71図　II型発信器と受波器



増巾部
V9 6BD6
VIR 5MK9
電源入力
200V
200V
18V
6.3V
V4
VR105MT
V5,12AU7A
V6,7SGT
V5,12AU7B
V8,VR105MT
30M
50F
D4
D3
350Ω±10%
入力
出力ターミナル
(No.314PNr)

第72図 受信器回路図


K 4
①
②
③
④
⑤
⑥
OFF
110V
100V
90V
0点
感度
P L
P L
V ~
電圧計
K 3
①
②
③
④
⑤
⑥
⑦
⑧
⑨
⑩
⑪
⑫
⑬
⑭
音量
10Ω
10Ω
測定
50K
20K
感度
0点 1K
その他
測定時
0点調整
0点調整時
感度調整時
100Ω
指示計

第 73 図　指示器回路図

D.　漁研型遠隔式中層曳網深度測定装置を使用しての操業試験結果

(i)　1 艘曳式中層曳網による黄海での大正蝦漁の実験

a)　実験の概要

イ) 期　日　昭和 33 年 12 月 6 日

ロ) 場　所

Lat.　36°–40′N

Long.　123°–5′E

他の密集底曳漁船群から 4～5 浬離れた場所で Co. NE で曳網

ハ) 実験船

第 8 あけぼの丸（日魯漁業 K.K. 所属 Trawl 漁船）

341.49 噸　520 馬力　Diesel 機関

ニ) 海　況

全く静穏、波、潮なし

b)　漁具の大要

イ) 曳　索

Trawl 用 Warp をそのまま使用

直径 26 mm　長さ 117 m（65 間）と 153 m（85 K）　但し 1 K…… 6 尺

ロ) Sweep line

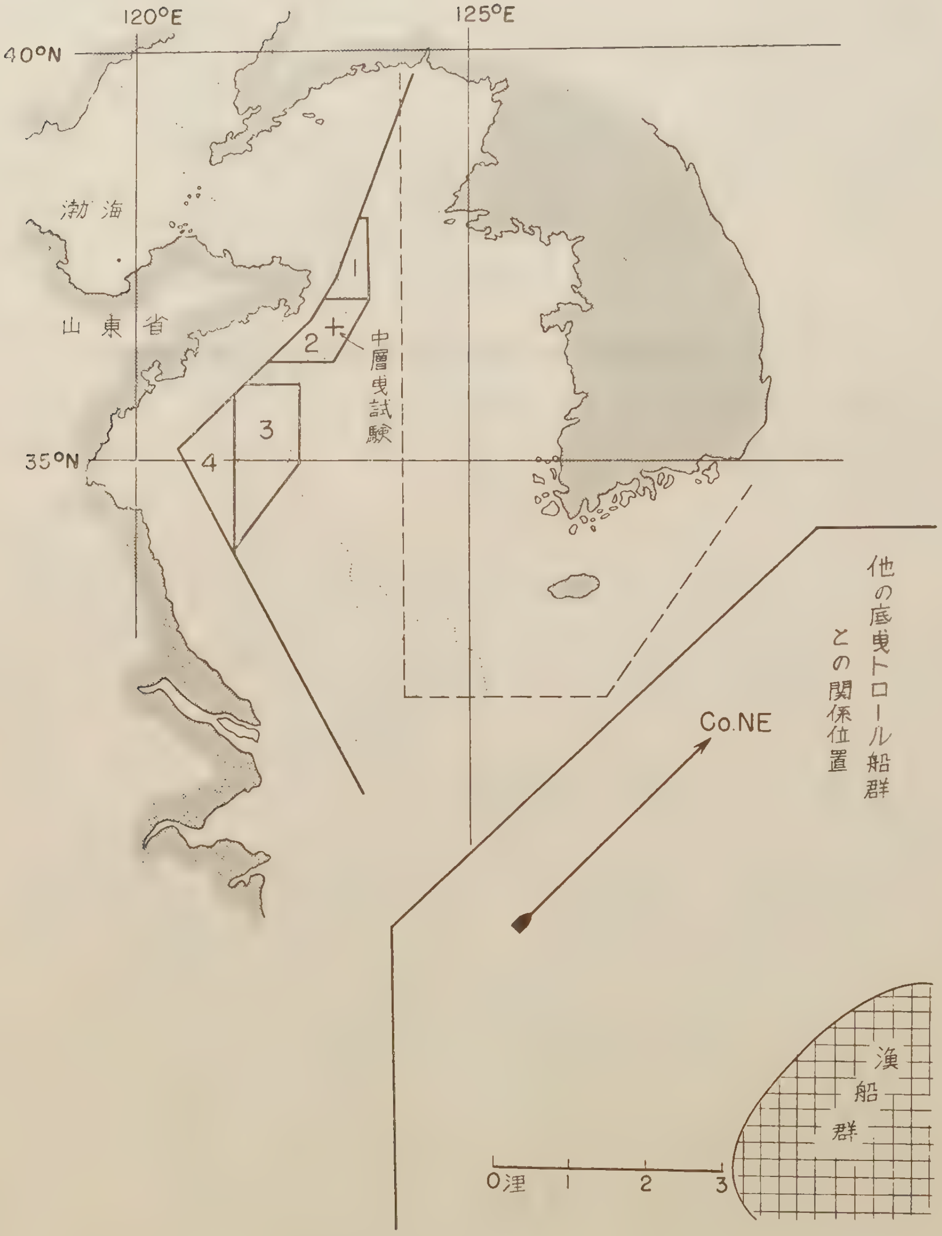
直径 5 分の Wire　上側 80 m
下側 80.8 m

ハ) Otter Board

整調式

空中重量　420 kg
水中重量　100 kg（附属品とも）

ニ) Depressor


120°E
125°E
40°N
35°N
渤海
山東省
1
2
3
4
中層曳試験
他の底曳トロール船群との関係位置
Co.NE
漁船群
0浬
1
2
3

第 74 図　中層曳網操業海域

[illegible] [illegible] 2 個

空中重量 80 kg

水中重量 55 kg

ホ) 浮子

長瀬製浮子 8 寸径保球型 5 個

積水製 〃 8 寸剛球型 5 個

トロールプレーン 6 個

ヘ) 沈子

鉛沈子 60 匁

6 寸間隔 126 個

ト) 網

アミラン製

網の縦長 45 m

(詳細は省略)

c) 測定器類とその配列

イ) 使用した測定器類

○漁研型自記式 2 点網高さ計	2 台
○ 〃 深さ計	5 台
○ 〃 網速度計	1 台
○ 〃 網用水深水温計	1 台
○ 〃 海用型水深水温計	1 台
○ 〃 船尾曳索用張力計	1 台
○魚群探知機	1 台

(古野電気 K.K. 製)

S 208 T 型

50 kc 放電管方式 24 V

発振 332 毎分

湿式記録 送り速度 30 mm/min

Range 0～ 50 m

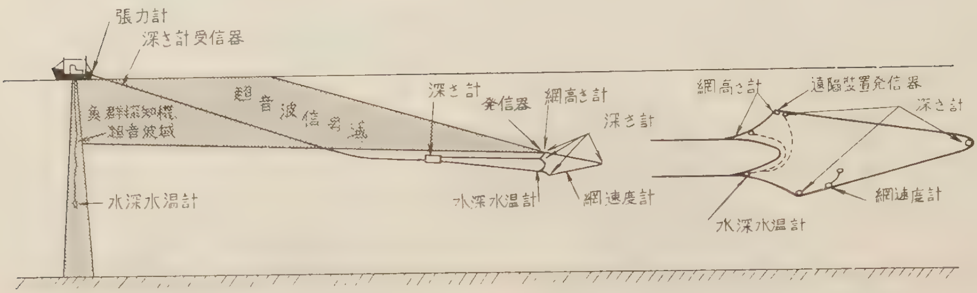
25～ 75 〃

50～100 〃 切換え

半減角 8.5 度 計 17 度

○漁研試作 I 型遠隔式中層曳網深度測定装置 1 台

ロ）測定器類の配列

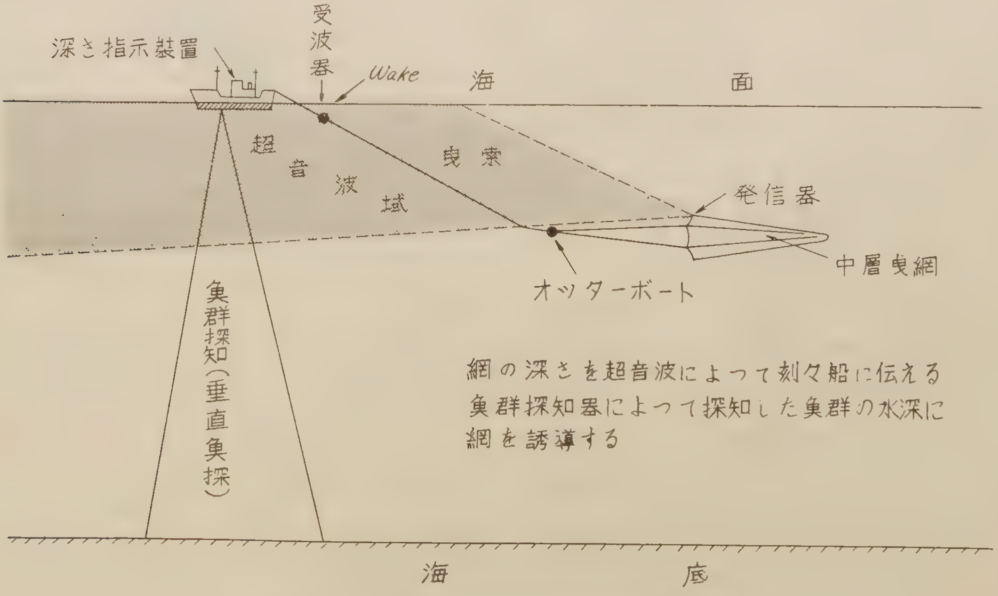

張力計
深さ計受信器
魚群探知機
超音波域
超音波信号域
深さ計
発信器
網高さ計
深さ計
水深水温計
水深水温計
網速度計
網高さ計
遠隔装置発信器
深さ計
網速度計
水深水温計

第 75 図　測定器類の漁具への装着状況

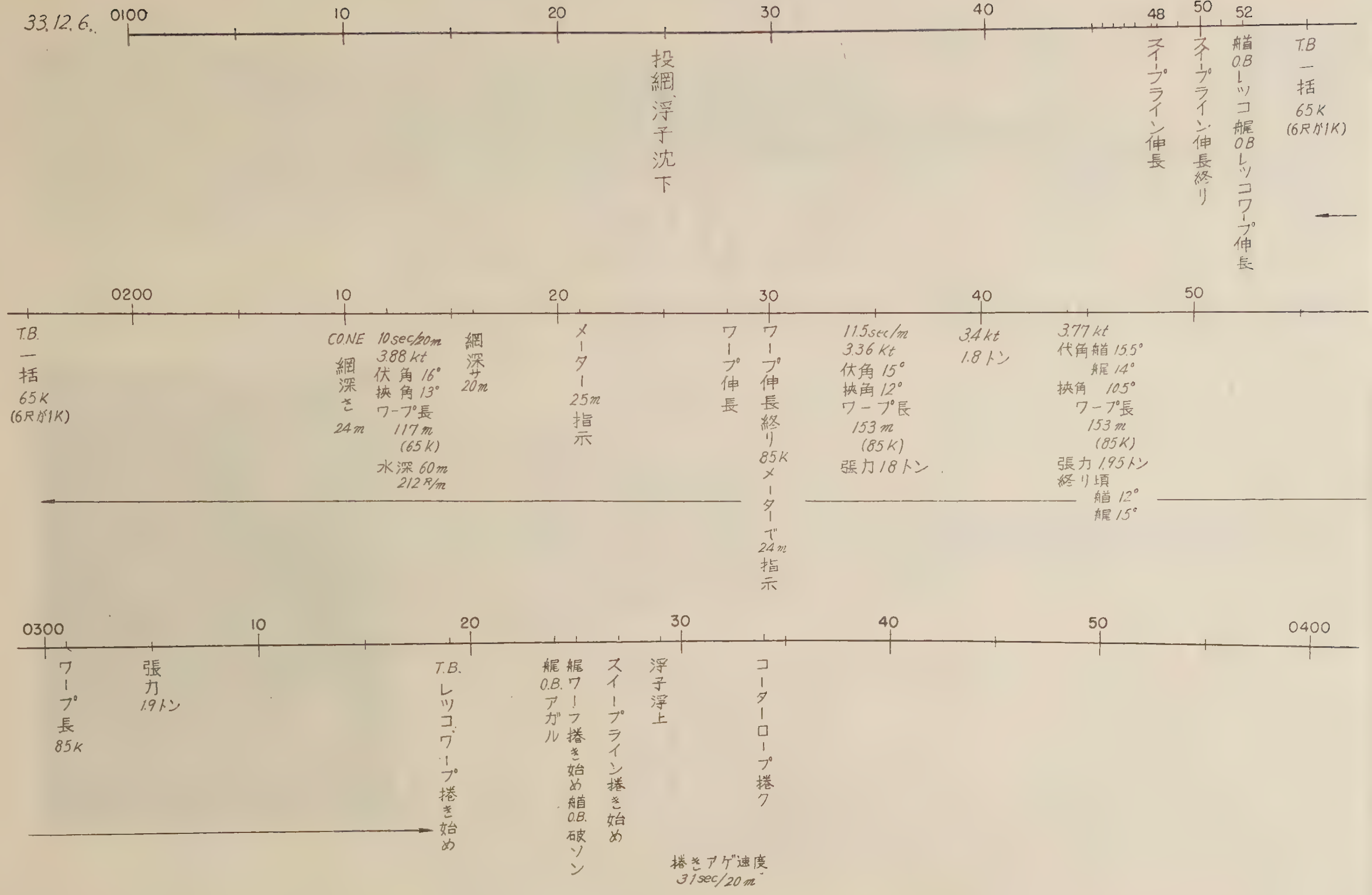
d)　漁研試作 I 型遠隔式中層曳網深度測定装置の装着要領

前述したように、発信器、受波器ともその指向性が割合少ない（半減半角はともに約 11 度）から、漁具には両者が曳網中正対するように装着することが肝要である。受波器は船尾曳索を利用して第 75，76 図のようにこれに添わせ、曳船の推進器が起す渦流帯を避けて水面下約 5 m の処に沈める。次にその指向は網の中央にして、内側に若干向ける。この向ける角度は両曳索の 2 等分線に一致させるものとする。

次に発信器は一応網の天井中央部前縁にその発射する超音波の中心が受波器に向うように適宜取りつける。その他の場所すなわち Sweep line の付根、Otter Board 附近に装着することも考えられるが、曳索のとる曲線の形状等を考えると天井前縁中央部が適当のようである。し


深さ指示装置
受波器
Wake
海
面
超
音
波
域
曳索
発信器
中層曳網
オッターボート
魚群探知（垂直魚探）
網の深さを超音波によって刻々船に伝える
魚群探知器によって探知した魚群の水深に
網を誘導する
海
底

第 76 図　遠隔式中層曳網深度測定装置の装着要領


33.12.6.
0100
10
20
30
40
48
50
52
投網、浮子沈下
スイープライン伸長
スイープライン伸長終リ
艏 0B レッコ 艉 0B レッコワープ伸長
T.B 一括 65K (6Rが1K)
0200
10
20
30
40
50
T.B. 一括 65K (6Rが1K)
CONE 網深さ 24m
10sec/20m 3.88kt 伏角 16° 挟角 13° ワープ長 117m (65K)
水深 60m 212R/m
網深サ 20m
メーター 25m 指示
ワープ伸長
ワープ伸長終リ 85K メーターで 24m 指示
11.5sec/m 3.36Kt 伏角 15° 挟角 12° ワープ長 153m (85K) 張力 18トン
3.4kt 1.8トン
3.77kt 代角艏 15.5° 艉 14° 挟角 105° ワープ長 153m (85K) 張力 1.95トン 終リ頃 艏 12° 艉 15°
0300
10
20
30
40
50
0400
ワープ長 85K
張力 1.9トン
T.B. レッコ、ワープ捲き始め
艉 0.B. アガル
艉ワープ捲き始め 艏 0.B. 破ソン
スイープライン捲き始め
浮子浮上
コーターロープ捲ク
捲きアゲ速度 31sec/20m

第 77 図　曳網試験の要点

かし、今後は現場において適当な装着場所の探索に待つ、条件としては網の深さを知ることが究極の目的であるから、自らその装着場所にも限界があることになる。天井前縁中央部に装着する場合も、曳網中の網の姿勢及びその運動状態を究明して始めて確実な発信器の装着姿勢が決定されるのであるから、網の姿勢の測定はこの意味からも重要なことである。

e) 実験結果

イ) 曳網試験の経過

ロ) 漁具の形状

第77図に示すように、正味1時間程度の曳網中の全漁具の状態を代表的な2例を抜き取つて解説する。

先ず 02^{17}～02^{20} と 02^{30}～02^{40} とを選ぶ、前者をⓐとし後者をⓑとする。

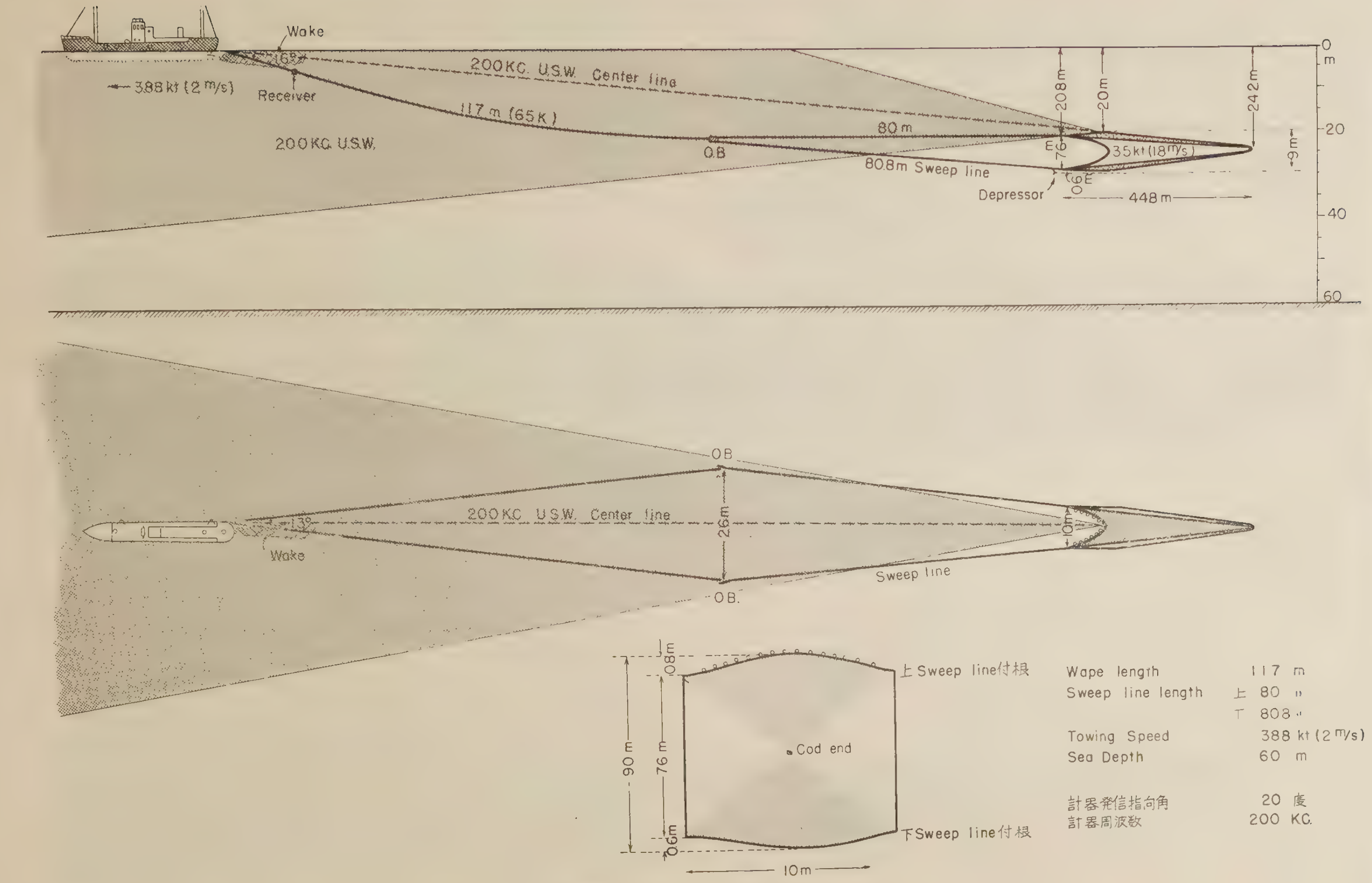
第 19 表は実験時の各測定値を示す。第 78 図は I 型受信器の操作状況を示したものである

第 19 表

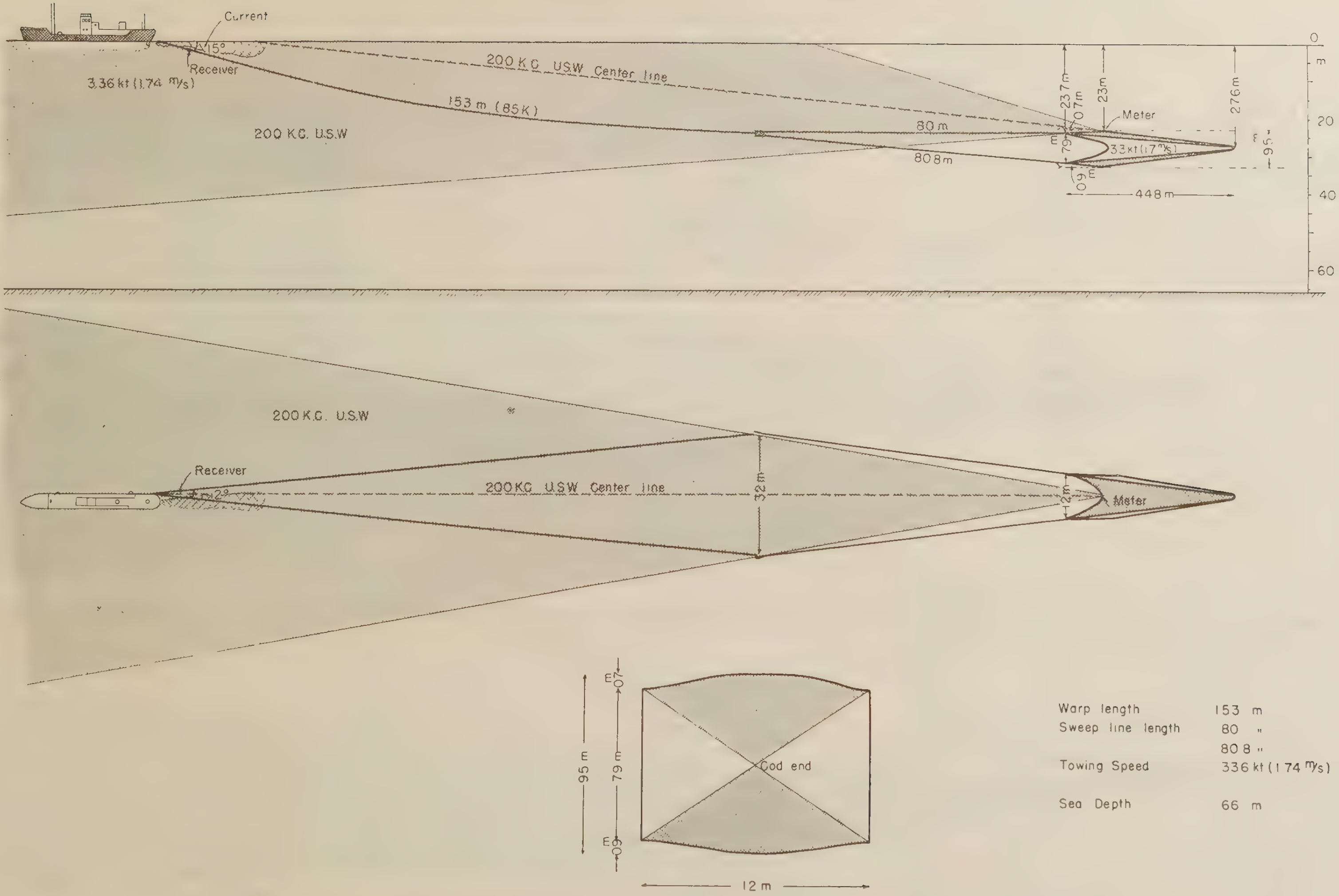
項目		ⓐの場合	ⓑの場合
Warp の長さ		117 m (65 K)	153 m (8.5 K)
曳網速度		3.88 kt (2 m/sec)	3.36 kt (1.74 m/sec)
曳索の	伏角	16°	15°
	挟角	13°	12°
	張力	1,800 kg	1,800 kg
Otter Board の深さ		20～20.8 m	23.7 m
Sweep line 付根の深さ	上側	20.8 m	23.7 m
	下側	28.4 m	31.6 m
深さ	天井中央前縁部	20 m	23 m
	G.R. 中央前縁部	29 m	32.5 m
	Cod end 末端部	24.2 m	27.6 m
網中の水の速度		3.5 kt (1.8 m/sec)	3.3 kt (1.7 m/sec)
Otter Board の間隔		26 m	32 m
袖先の間隔		10 m	12 m

註 受波器の位置は外側（船首側）Warp で水面下 2.6 m の処受信状態は極めて良好であつた。

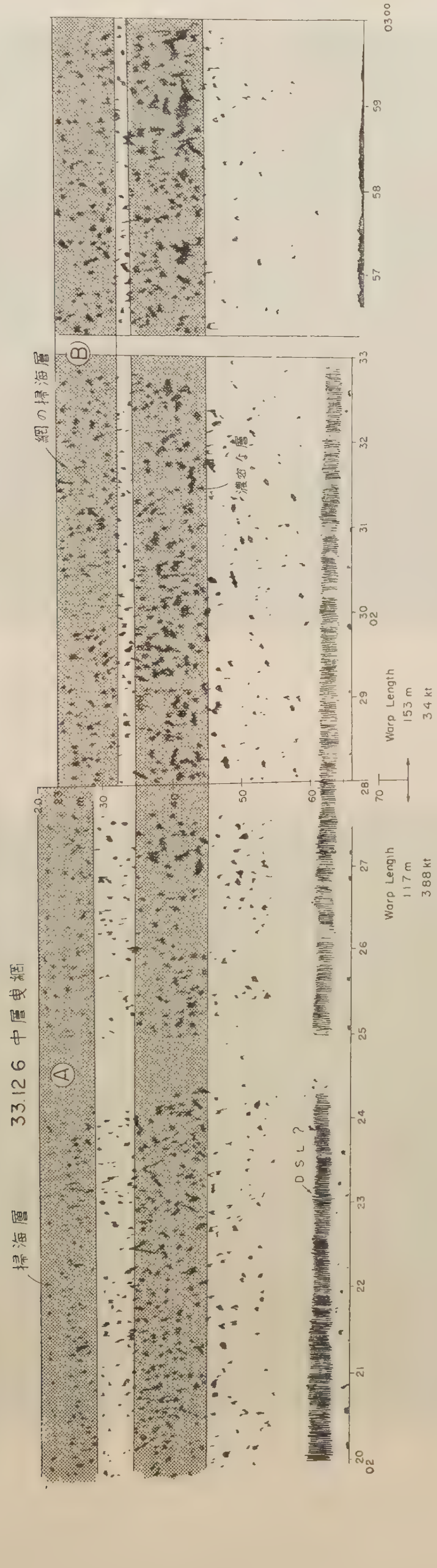
第 78 図 I 型受信器の操作状況


Wake
16°
200KC. U.S.W. Center line
3.88 kt (2 m/s)
Receiver
117 m (65 K)
200 KC. U.S.W.
OB
80 m
80.8m Sweep line
Depressor
208 m
20 m
242 m
E
7.6
35 kt (1.8 m/s)
0.6 E
9 m
448 m
0
m
20
40
60
OB
200 KC U.S.W. Center line
13°
Wake
26m
10m
Sweep line
OB.
0.8m
76 m
90 m
0.6m
Cod end
10m
上 Sweep line付根
下 Sweep line付根
Wape length 117 m
Sweep line length 上 80 〃
下 808 〃
Towing Speed 388 kt (2 m/s)
Sea Depth 60 m
計器発信指向角 20 度
計器周波数 200 KC.

第 79 図　1 艘曳式中層曳網現地実験時の漁具と I 型測定装置の出す超音波 (**Warp length 117 m**)

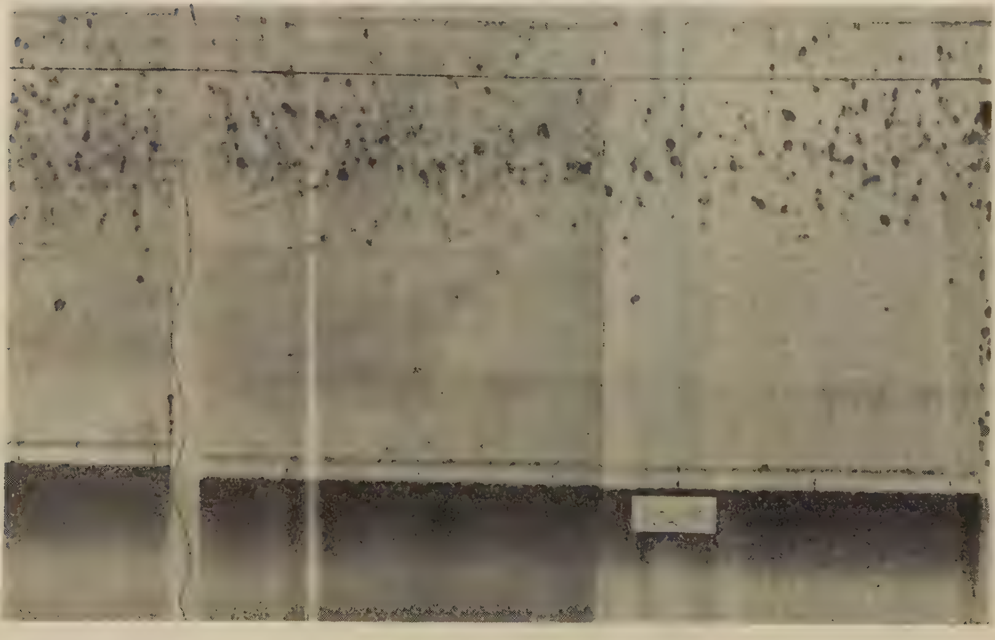

Current
15°
Receiver
3.36 kt (1.74 m/s)
200 K.C. U.S.W Center line
153 m (85 K)
200 K.C. U.S.W
80 m
80.8 m
23.7 m
0.7 m
23 m
Meter
27.6 m
3.3 kt (1.7 m/s)
7.9 m
6.0 m
9.5 m
44.8 m
0
m
20
40
60
200 K.C. U.S.W
Receiver
12°
200 K.C. U.S.W Center line
32 m
12 m
Meter
0.7 m
7.9 m
6.0 m
9.5 m
Cod end
12 m
Warp length 153 m
Sweep line length 80 〃
80.8 〃
Towing Speed 3.36 kt (1.74 m/s)
Sea Depth 66 m

第 80 図　1 艘曳式中層曳網現地実験の漁具と I 型測定装置の出す超音波との関係（Warp length 153 m）



第 81 図　魚群記録（写し）と網の掃海層との関係

第 82 図　1 — A



第 82 図　1 — B

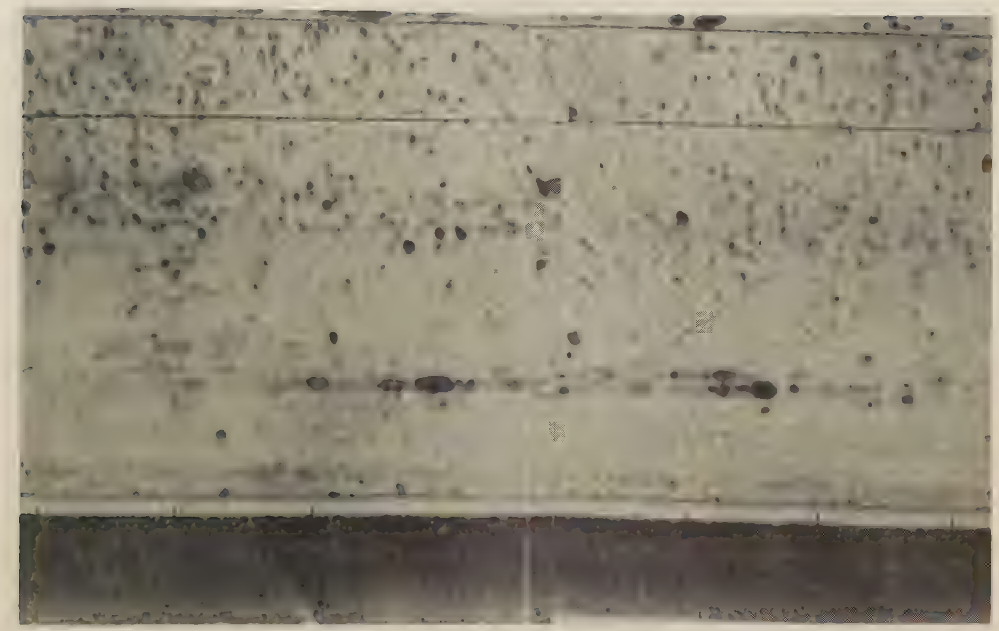
附 82 図　1 — C

附 82 図　1 — D

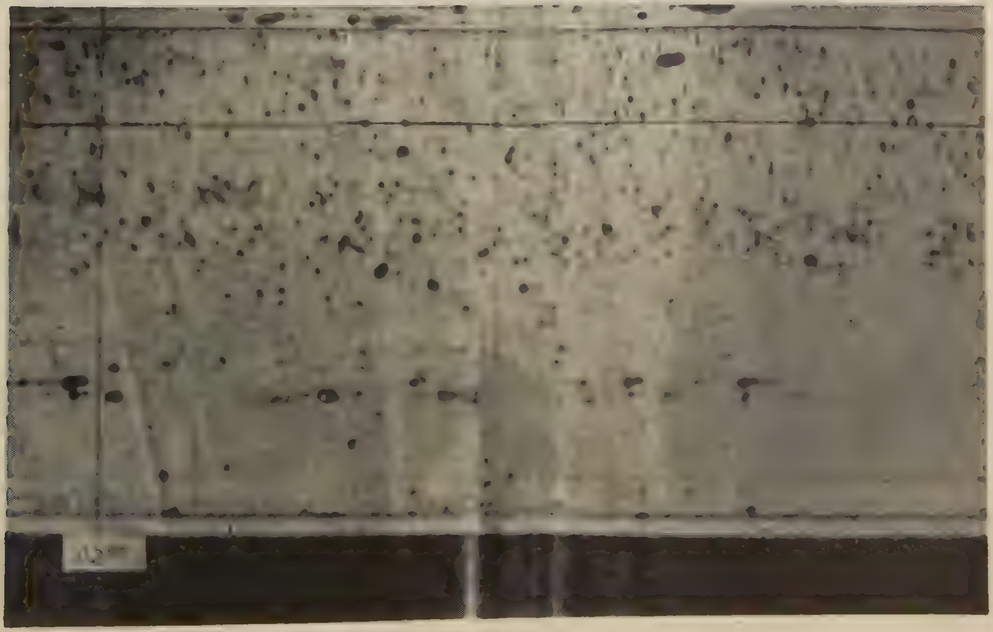
m
5
10
15
length
7m
Warp length
15.5 m

第 82 図　1 — E

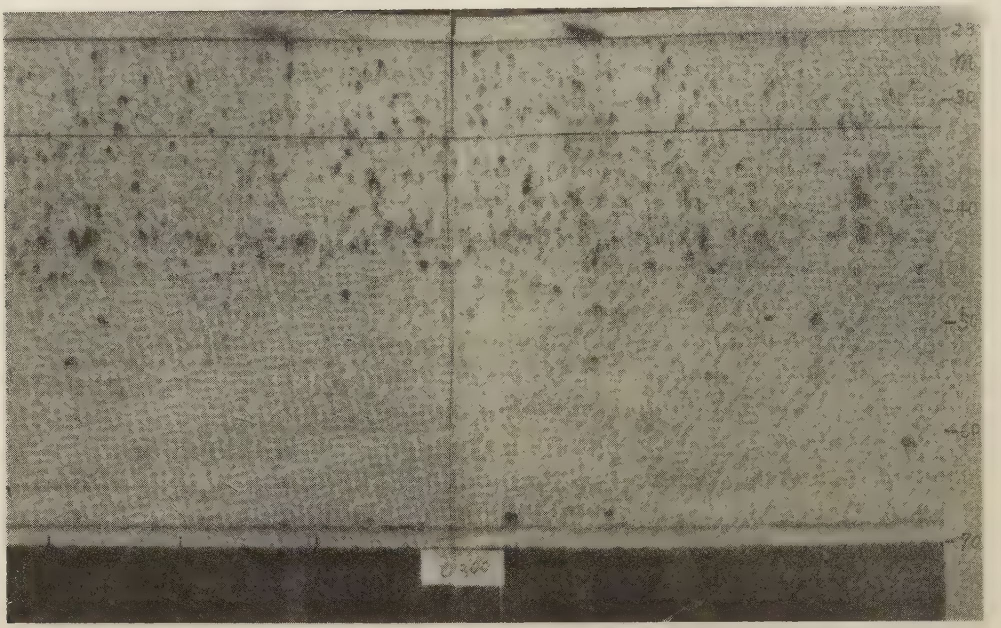
第 82 図　1 — F



第 82 図　1 — G



第 82 図　1 — H

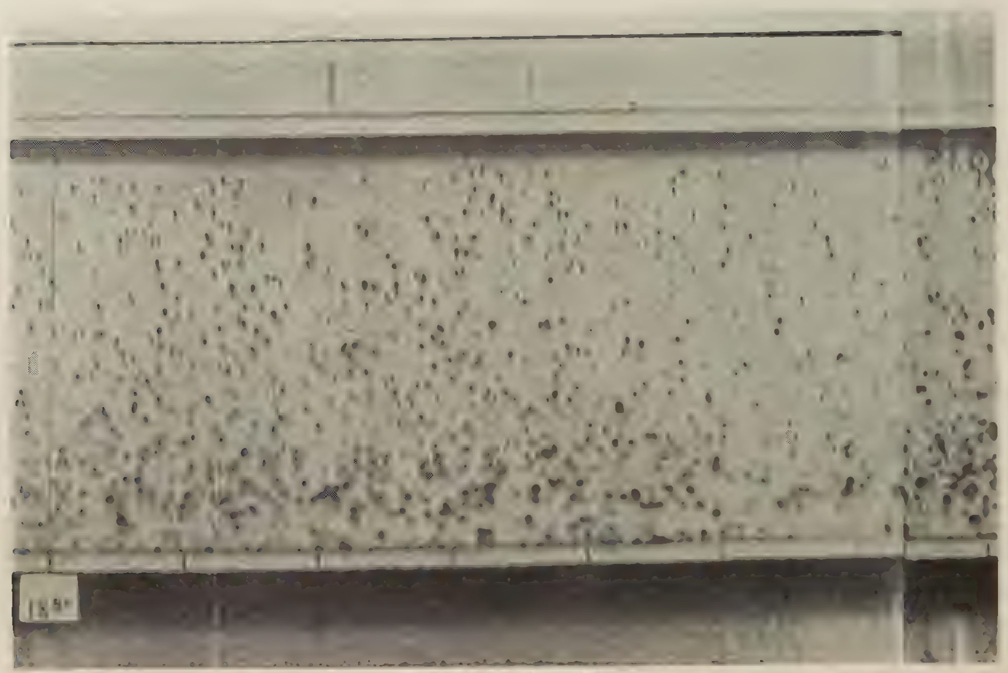


第 82 図　1 — I

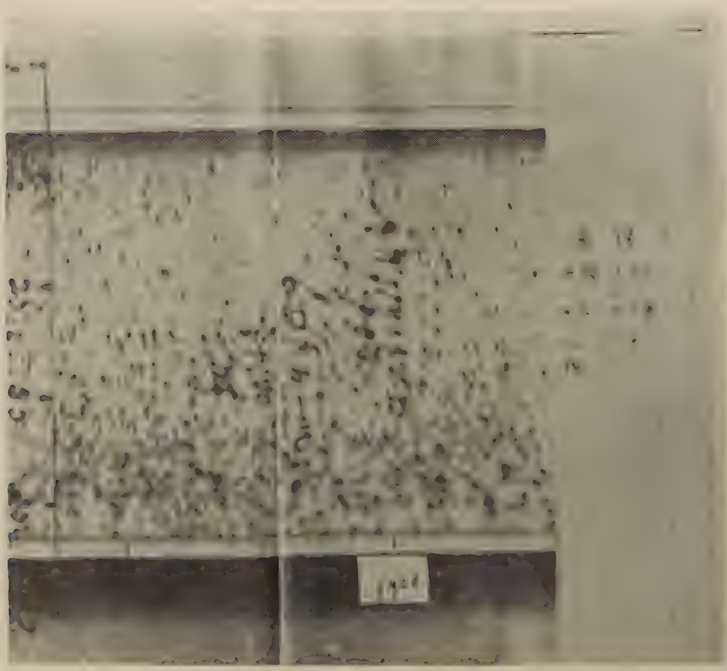
(18^{36}～19^{01}) の大正エビの記録

第 82 図　2 — A

第 82 図　2 — B

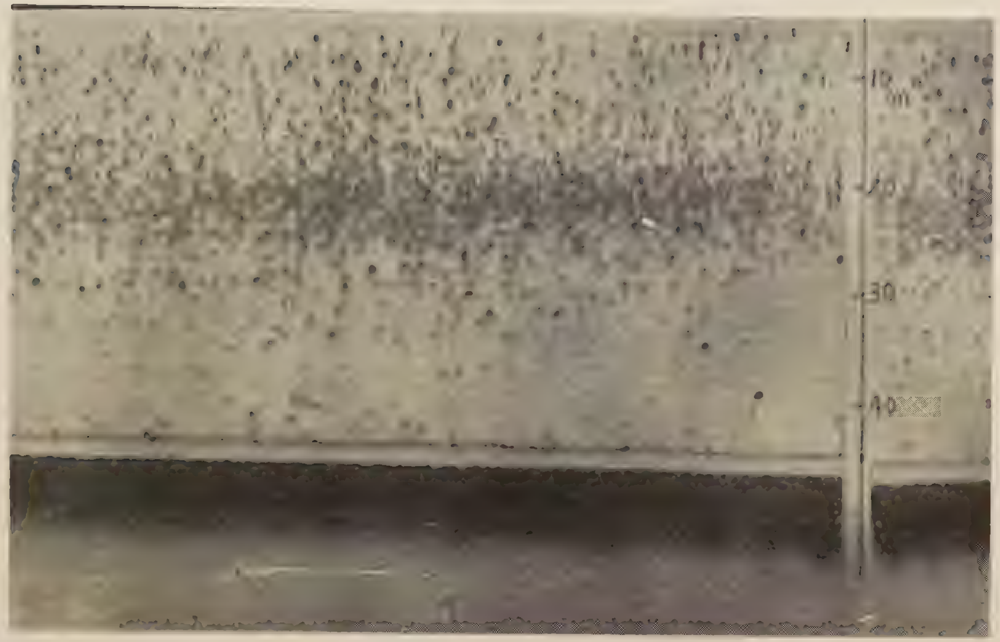


第 82 図　2 — C

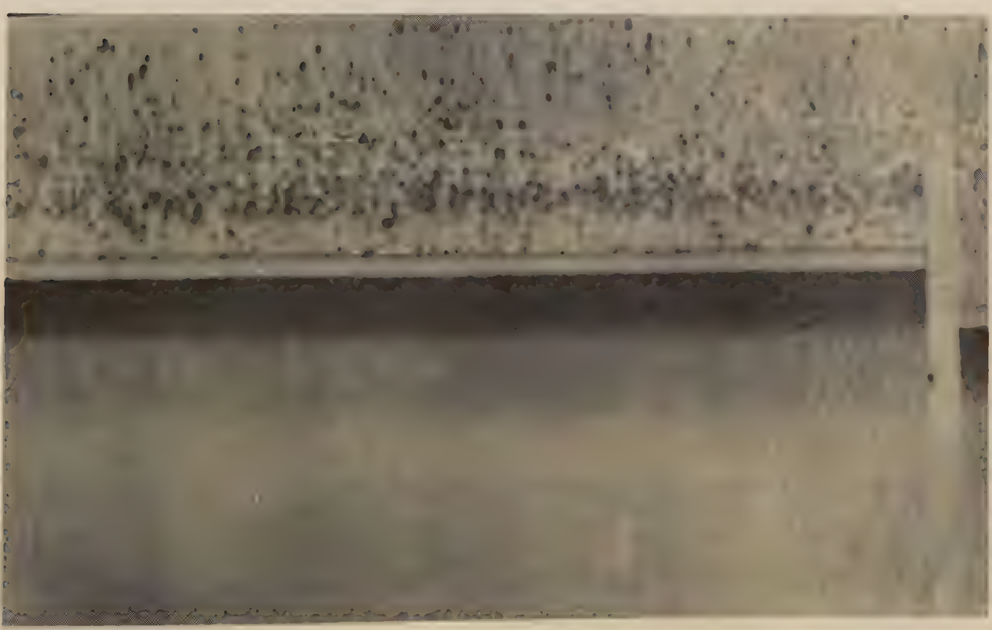


第 82 図　2 — D

(20⁰⁰～03⁰⁴) の大正エビの記録



0400 頃の大正エビの記録



0500 頃の大正エビの記録

第 82 図　大正エビの魚群探知機による記[illegible]

次に a 、 b) の場合の全漁具の側面並びに平面形状と遠隔式中層曳網深度測定装置の発信器から発射された 200 kc の超音波の状態を、又網口の断面形状をそれぞれ第 79、80 図に示す。

ハ) 魚群（大正エビ）記録と網の掃海層と漁獲との関係

第 81 図及び第 82 図の上から 2 段に示すように、網の掃海層は魚群の最も濃密な 35～45 m の層を外して、20～29 m と 23～32.5 m の層を曳網した。

漁獲物は殆んど大正エビの大型（雌）であつたところからみて、記録の点々はエビの 1 尾 1 尾の単体とみて良いであろう。

第 81 図に示した割合濃密な層である 35～45 m を掃海した場合を想定して、予想漁獲量を算してみると次のようになる。第 20 表は ⓐⓑ の中層曳網による実際の漁獲内容である。

第 20 表　漁獲の内訳

項目 魚種	数	量
大正エビ	850 尾	6.5 case
タチウオ	43 尾	2 箱
ナゴヤフグ	50 尾	
アジ	12 尾	
クラゲ	中量	

1 case　130 尾程度

なお、第 21 表は各層の大正エビの密度を示したものである。

第 21 表　試験時の各層における大正エビの密度

時間当り 掃海層	2分間当り	1 時間	3時間に換算
20～30 m（実際に曳網した層）	35 尾	1,050 尾	3,150 尾
35～45 m（割合濃密な層）	150 尾	4,500 尾	3,500 尾

第 21 表に示すように、割合濃密な 35～45 m 層を曳網しておれば、試験時の漁獲の 4.3 倍の漁獲があつたと思われる。また、第82図に示したように 0400～0500 になれば或る層に極く集約された濃密な魚群層が形成される。

このような集約層をねらつて曳網すれば相当量の漁獲が期待される。今次の試験では時間の都合上これを実施出来なかつたのは残念であつた。しかし、筆者が離船した後、第8あけぼの丸が実施した試験曳網では最大1曳網 34.1.9, 07^{10}～10^{00}（2時間50分）に 4,940 尾の漁獲を挙げている。

ニ) 中層曳網と Otter trawl 網による漁獲との比較

同時刻の他の Otter trawl 網の大正エビの漁獲と比較すると次のように中層曳網が優れてい

ることが判る。しかも、中層曳試験はエビ漁のため密集している漁船群の海域（好漁場）から第74図に示すように4～5浬離して単独で曳網したのであるから、好漁場で実施しておれば更に上回つた成績を収めたと思われる。

第22表は附近の同時刻の Otter trawl 網による大正エビの漁獲を示したもので、曳網時間は3時間のものである。

第22表　他の Otter trawl 網による漁獲量

時間当り 船名	3時間（1曳網）	1時間（換算）
第10あけぼの丸	7 case	2.3 case
第3あけぼの丸	15 〃	5 〃
第1あけぼの丸	7 〃	2.3 〃
第9あけぼの丸	10 〃	3.3 〃
平均	10 〃	3.3 〃

すなわち、

$$1{,}050\text{尾} : 9\text{箱} = 4{,}500\text{尾} : x$$

$$x \fallingdotseq 40\text{箱}$$

但し、これは1時間曳きであるから Otter trawl 並に3時間に換算すると120箱になる。従つて、

	中層曳網	Otter trawl 網
20～30 m 層	27 case	10 case
35～45 m 層	120 case	10 case

となる。

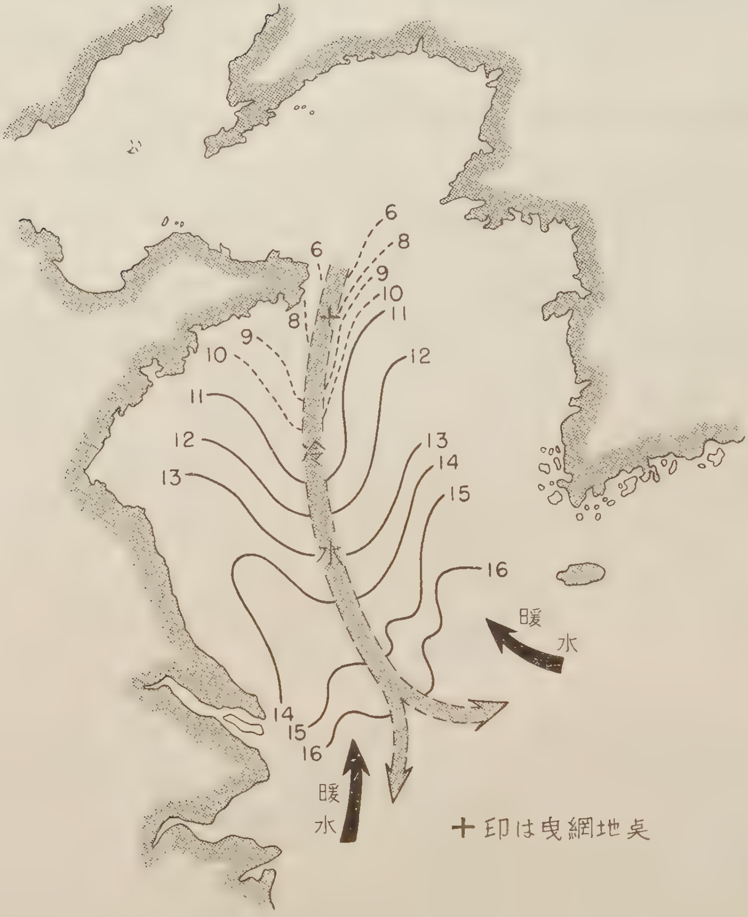
今次の20～30 m 層の曳網で Otter trawl 網の3倍、若し35～45 m 層を曳網していれば12倍ということになる。また、第81, 82図下2段にみられるような集約魚群層を曳けば Otter trawl の数拾倍の漁獲が挙げられると思われる。第8あけぼの丸のその後の漁獲の最大のものは Otter trawl 網の30倍の漁獲を挙げている。

ホ）漁場の水温

当漁場における12月4～5日の水温は漁研型水深水温計（海洋型）によつて測定した結果、第23表に示したようなものであつた。

同表で示すように表面水温と殆んど異なつていない。第83図は12月中旬における支那海、黄海の表面水温図である。

第23表は漁場での筆者の水温測定値である。漁場（Lat 36°-40′N, Long 123°-5′E 附近）の底水温は6.5°～8.5°C であつた。


6
8
9
10
11
6
8
9
10
11
12
13
12
13
14
15
16
冷
水
暖
水
14
15
16
暖
水
十印は曳網地点

第 83 図　漁場の表面水温（長崎海洋気象台の新聞発表 33 年 12 月平均）

第 23 表　漁場の測定水温

日時＼項目	水深	表面水温	底水温	気温
33. 12. 4日 1335	43 m	6. 5°C	6. 5°C	4°C
〃 1743	40. 5	7. 9	7. 9	5
5日 1010	49	8. 0	7. 2	8～9
〃 1345	43	8. 0	8. 0	7
〃 1530	42	7. 5	7. 5	4. 5

(ii)　1艘曳式中層曳網による鱈漁の実績

○試験操業の概要

日魯漁業株式会社稚内底曳部（責任者塚谷副長）で昭和 32 年以来研究した（昭和 33 年 3 月及び昭和 34 年 3 月同社企画部からの依頼により筆者が同底曳部で研究した漁具の姿勢及び運動状

態を測定しこれを詳細に解析した—報告のA項）中層曳漁具を改善して、昭和34年10月10日から1艘曳中層曳網専用船 No. 25 春照丸（吉田船長）を艤装改造し、北海道北部海域において試験操業を実施している。

同船には昭和34年11月から漁研型遠隔式中層曳網深度測定装置II型を搭載し、乗組員の同装置使用の熟練を重ねて昭和35年1月から本格的にこれを使用して漁獲の能率に努める筈である。

したがつて、10～12月の3ヶ月は漁研型自記式深さ計を使用して、その記録深さと曳索長、曳網速度、魚探記録及びその時々の漁獲量とを比較検討して大体の魚群層への網深さの誘導を試み操業をしてきたので、第84図に示すように操業経験を重ねるにつれ漁獲が多くなつている。網深さと魚群層とが近似のものとなつた時が漁獲多く、少ない時は外した時である。第9航海の不漁は網事故と前記の網深さの外れに原因している。

このように、網深さの遠隔伝達装置の積極使用がないと、曳索長及び曳網速度だけでは潮の流れが異なつて網深さを希望する層に誘導できないことが判る。

今後の同装置の積極的使用により同船の漁獲は相当増大するであろうことが予想される。

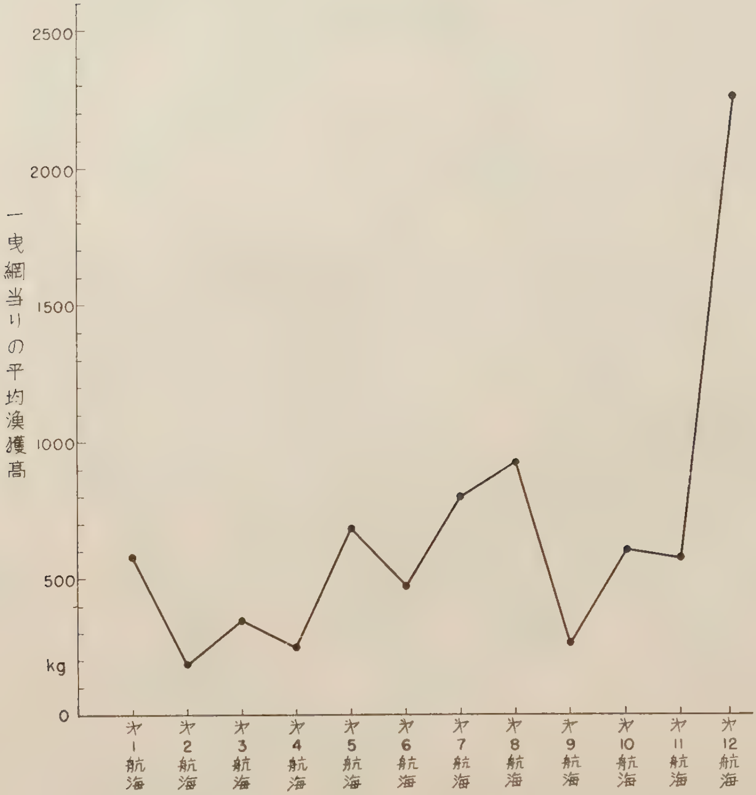
参考までに昭和34年10月から12月までの漁獲状況を第24表に、また、第84図に1曳網当りの平均漁獲高を示す。

第24表　No. 25 春照丸の中層曳網による漁獲内容

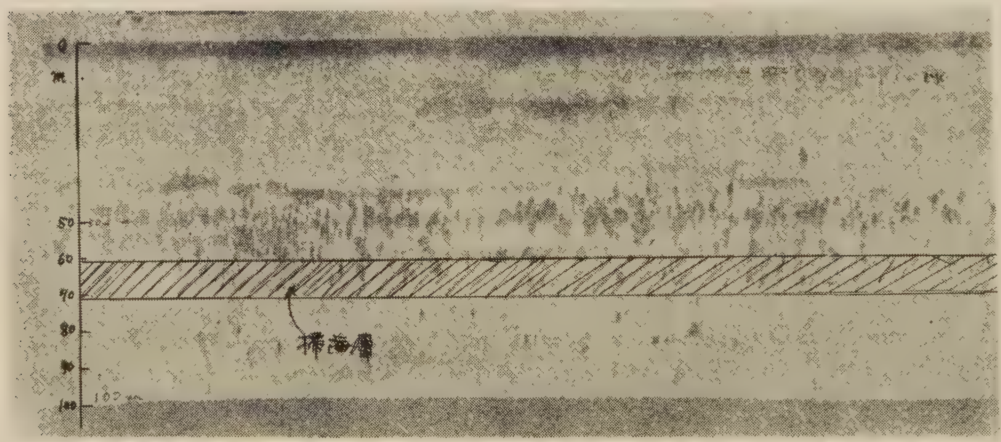
項目 航海	期　　日	曳網回数	1曳網の時間	総漁獲高	1曳網当りの平均漁獲高	備　　考
第1航海	10月10日～10月12日	11回	平均 1.5時間	6,426 kg	584 kg	
第2 〃	10月16日～17日	10	〃	1,870	187	網の深度と魚群の深度が外れていた
第3 〃	10月26日～27日	12	〃	3,856	346	〃
第4 〃	10月29日～11月1日	15	〃	3,807	254	Otter Board が不調で網の展開悪し
第5 〃	11月4日～7日	18	〃	12,288	682	
第6 〃	11月12日～15日	16	〃	7,654	479	
第7 〃	11月18日～22日	28	〃	22,348	800	
第8 〃	11月24日～30日	25	〃	23,059	922	
第9 〃	12月3日～4日	5	〃	1,307	261	
第10 〃	12月9日～11日	19	〃	11,391	600	第1～11航海の漁獲物は大部分が助宗であるが第12航海はボタンエビである
第11 〃	12月16日～18日	18	〃	10,319	573	
第12 〃	12月20日	1	〃	2,235	2,235	

第12航海目は1曳網で漁獲高が大いに増加しているのがわかる。

第85図は第1航海目のある曳網時の魚群探知機記録と網の掃海層との関係を示すもので、網の深さは自記式網深さ計によつて後刻判明したもので、若し曳網時に遠隔式中層曳網深度測定装置を使用していれば、密集層に掃海層を一致させることが出来た筈であり、当然漁獲量も513 kg（第1次航海の10月11日 0230～0400 の曳網時の助宗の漁獲量）を数倍上廻るものとな



第 84 図　1艘曳中層曳網による1曳網当りの平均漁獲高の推移
(No. 25 春照丸)


0
m
50
60
70
80
90
100
掃海層

第 85 図　No. 25 春照丸の 10 月 11 日 0230～0400 曳網時の 1 部魚探記録と掃海層の関係

つたであろうことが推定される。昭和 35 年 1 月になつて鰊の大量の漁獲をみている。また同年 3 月 21 日には 1 日で 7,500 kg の助宗の漁獲を挙げている。

E. 1艘曳式曳き網（Otter trawl 網及び中層曳網）の操業時の曳船と網との軌跡について

1艘曳式中層曳網を実施する場合、曳船に装備されている魚群探知機によつて魚群の存在及び深さを探知して、曳船後方に曳いている網をこの魚群の位置に誘導しなければならないことは前述の通りである。特に魚群を広範囲に早く発見しなければならないことは本漁法の成果を高める上に必要なことで、網の深さを魚群の深さに合致させるためには或る程度の時間が必要である。垂直方向の魚群探知機では魚群発見後その魚群に網を誘導する時間は極めて短い。

すなわち

$$T=\frac{D}{V}$$

T……曳船直下に発見した魚群に網が遭隅するまでの所要時間

D……曳船と網との水平距離

V……曳船及び網の速度

T は曳索長と曳網速度によつて種々異なつて来るが、今一般的に $V=1.5$ m/sec (3.0)，$D=$ 200～500 m とすれば T は2分13秒～5分33秒となる。このように僅かな時間以内で魚群の存在深さに網の深さを誘導することは、両者の深さの差が大であると困難な場合が生じてくる。

この意味から将来前方向を探知する魚群探知機（SONAR）の実現が期待される。これが実用されるようになると、必ずしも曳船の前進方向だけの魚群を対称とせず、適当な左右前方向の魚群を曳くようになる筈である。

このようにSONARによつて左右前方向の魚群を曳くために適宜針路を変えてゆかねばならない。このためには必然的に曳船の動く軌跡と曳船後方の網の動く軌跡との関係を追及しておかなければならない。

筆者は Otter trawl 網漁業における場合の曳船と網の運動する軌跡について昭和30年4月漁研資料(プリント)として発表したが、この機会に本報告に改めて述べることとした。まだ、SONARが実用されていない現在このことは早期に失するとは思うが、昭和33年 World Fishing にソビエツトのエム、デ、トウルスカーノフがこのことに一寸触れているので敢えて記述することとした。

なお、記述した対称は Otter trawl 網の曳網開始後のことであるが、これはそのまま1艘曳式中層曳網操業中の変針後の曳船と網の運動とその内容は合致するので、敢えて Otter trawl の場合をそのまま述べる。

以下述べるものの曳網方式は Side 方式である。

1. 曳索と船首尾線とのなす交角、交点及び曳索張力変化による当舵量

(i) 理論の概要

曳網中における、曳索による船体に及ぼす旋回力及び是を打消して所定の船首方位を保持するために必要な当舵量を検討してみる。

まず、外力即ち潮流、風、波浪が船体に影響を与えない無風、無波、無潮流の場合について考える。

Trawl 船では船首側及び船尾側の曳索を船尾附近の Towing block により一括して曳網している。曳網することにより当然全漁具の抵抗を船体は Towing block で受けることになる。

① Towing block の位置

② 両曳索中心線と船尾線とのなす交角及び交点と船の旋回中心からの距離

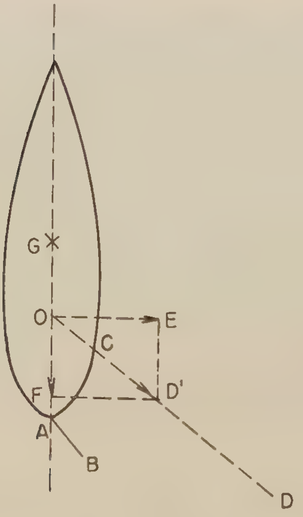
③ 全漁具の抵抗

以上の ①~③ が船の運動性能に種々の影響を与える訳である。

①は個々の船では固定して一定である。②は外況により各々任意に異なつてくる。③は曳網速度及び漁具により変化する。また、曳網初期、中期、末期では入網物の量が変化するため後者に近づく程抵抗は大となる。曳索によつて船体に及ぼす張力が、船体の旋回力とならない曳索角度は個々の船に唯一つある。

それは曳索中心線の延長線が船の旋回中心 (G) を通る場合である。曳索中心線の延長線と船首尾線の交点 (O) がG点より船尾側にある場合は、船首を左に旋回しようとする力が働き、G点とO点とが合致する場合は旋回力は零となり、O点がG点より船首側にある場合は、船首を右に旋回しようとする力が働く。また、両曳索中心線が船首尾線と平行し、更に中心線そのものが船首尾線に交る場合も船首を右に旋回しようとする力が働く。

a) O点がG点より船尾側にある場合



第 86 図

旋回力 $\overrightarrow{OE} \times OG$

但しこの場合船首を左に旋回しようとする。従つて当舵は右舵となる。$\overrightarrow{OF}$ は前進力の減退に働く。

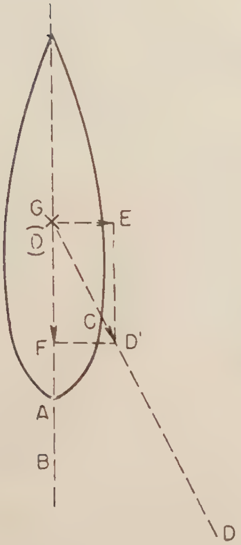
G………旋回中心

C………Towing Block

CD……両曳索中心線

O………両曳索中心線と船首尾線との交点

b) O点がG点と一致した場合



旋 回 力 $\overrightarrow{OE}\times OG$(零)

この場合 CD による旋回力なし。

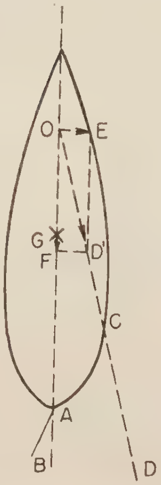
従つて当舵不要

O(G)F は前進量を減退させる。

但しこの様な状態は極く特殊な場合以外すぐ崩れる。

第 87 図

c) O点がG点より船首側にある場合



旋 回 力 $\overrightarrow{OE}\times OG$

この場合船首を右に旋回しようとする。従つて当舵は左舵となる。

$\overrightarrow{OF}$ は前進量の減退に働く。

第 88 図

d) 両曳索中心線が船首尾線と平行する場合

GC を結び延長する。C より GC 線に垂線を立て船首尾線との交点をOとする。

$$\overrightarrow{CD}=\overrightarrow{CO}+\overrightarrow{CD'}$$

$\overrightarrow{CD'}$ は旋回力とはならない。

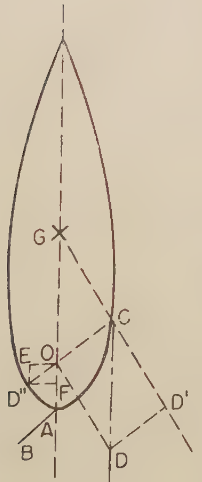
$$\overrightarrow{CO}=\overrightarrow{OD''}=\overrightarrow{OE}+\overrightarrow{OF}$$

旋 回 力 $\overrightarrow{OE}\times GO$

この場合船首を右に旋回しようとする。従つて当舵は左舵となる。

$$\angle CGO=\angle EOD''=\theta_1$$

大和丸の場合 $\theta_1=12.5°$

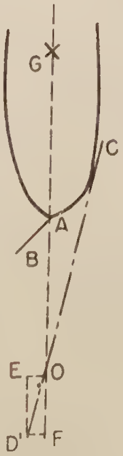


第 89 図

e) 両曳索中心線が船首尾線と船尾後方で交わる場合

旋 回 力 $\overrightarrow{OE}\times OG$

この場合船首を右に旋回しようとする。$\overrightarrow{OF}$ は前進量を減退させる。当舵は左舵となる。



第 90 図

Otter trawl 網漁業の操業法で明らかなように、投網して曳索を伸長しつつ船は旋回する。その間両曳索を Towing block に一括して、予定針路に船首を定針して曳網する。従つて、両曳索中心線と船首尾線との交点は最初G点より船尾側にあつて、次第にG点側に移り、同点を

通過して船首方向に移動する。その順序は前記 a)～e) の順である。曳網中 a) で終始するか、b)、c)、d)、e) 孰れで終始するかは後述する。

曳索の張力によつて船首を旋回しようとする力と、それを反対方向に旋回させ、互に相殺しようとする当舵によつて船首を一定に保持することができる。

この両者の旋回力を求めると

○曳索の張力によるもの

$$P\sin\theta\,\mathrm{GO} \tag{1}$$

P……曳索の張力

θ……曳索中心線と船首尾線とのなす交角

○当舵によるもの

$$P_R\cos\alpha\,\mathrm{GA} \tag{2}$$

P_R……舵面の垂直圧力

GA……旋回中心から舵圧中心までの距離

$$P_R=KAv^2\sin\alpha \tag{3}$$

K……係　数

A……舵面積

v……舵附近の流速

α……舵　角

この場合、K 及び v の数値のとり方には色々の説があるが、定説がないようである。ここでは $K=3.2$ とし、v は独航時の速度の 10% 減と仮定して一応先を進める。

$$P_R\cos\alpha\,\mathrm{GA}=3.2\,Av^2\sin\alpha\cos\mathrm{GA}=1.6\,Av^2\sin 2\alpha\,\mathrm{GA} \tag{4}$$

針路を保持するためには(1)式と(4)式とを等式とすれば良い。

すなわち、

$$P\sin\theta\,\mathrm{GO}=1.6\,Av^2\sin 2\alpha\,\mathrm{GA} \tag{5}$$

(ii)　大和丸による計算値

例として日本水産 K.K. 所属の Trawl 漁船大和丸で計算してみる。

大　和　丸　総噸数　291 噸
機　関　550 馬力　Diesel Engine
$\mathrm{GA}=66$ 呎
$A=42$ 平方呎
$v=7$ kt（舵附近の流速）

但し、G は仮りに $L\times1/2$ の処とする。v は定説がないので実測の他ないが、ここでは前記のように曳網中の出力と同一の出力で独航した場合 8 kt であるとして、それより 10% 減の 7 kt とした。

$$P=3,300\sim4,400 \text{ 封度(英)} \quad (1.5\text{ ton}\times2\sim2.0\times2\text{ ton})$$

(5)式より

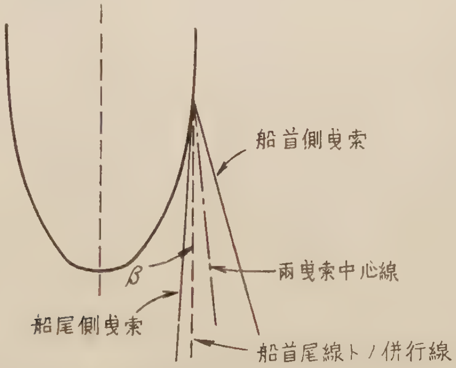
$$\sin 2\alpha=\frac{P\sin\theta\,\mathrm{GO}}{1.6\,Av^2\,\mathrm{GA}}=(0.0304\sim0.0405)\sin\theta\,\mathrm{GO} \quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(6)$$

次に大和丸について θ_1、GO との関係を設計図上から求めると第 25 表のようになる。

第　25　表

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
θ	20°	18°	16°	14°	12.5°	12°	10°	8°	6°	4°	2°	1°
GO	−20′	−17′	−12′	−5′	0′	2′	17′	27′	57′	110′	265′	328′
β	13.5°	11.5°	9.5°	7.6°	6.0°	5.5°	3.5°	1.5°	−0.5°	−2.5°	−4.5°	−5.5°
No.	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
θ	0.5°	0°	−0.5°	−1°	−2°	−4°	−6°	−8°	−10°	−12°	−14°	−16°
GO	470′		−574′	−432′	−306′	−159′	−132′	−114′	−104′	−98′	−97′	−91′
β	−6.0°	−6.5°	−7.0°	−7.5°	−8.5°	−10.5°	−12.5°	−14.5°	−16.5°	−18.5°	−20.5°	−22.5°

第 25 表中の β は船尾側曳索と船首尾線との交角、ただし、両曳索展開角を 13 度とした場合である。第 91 図はその説明図である。



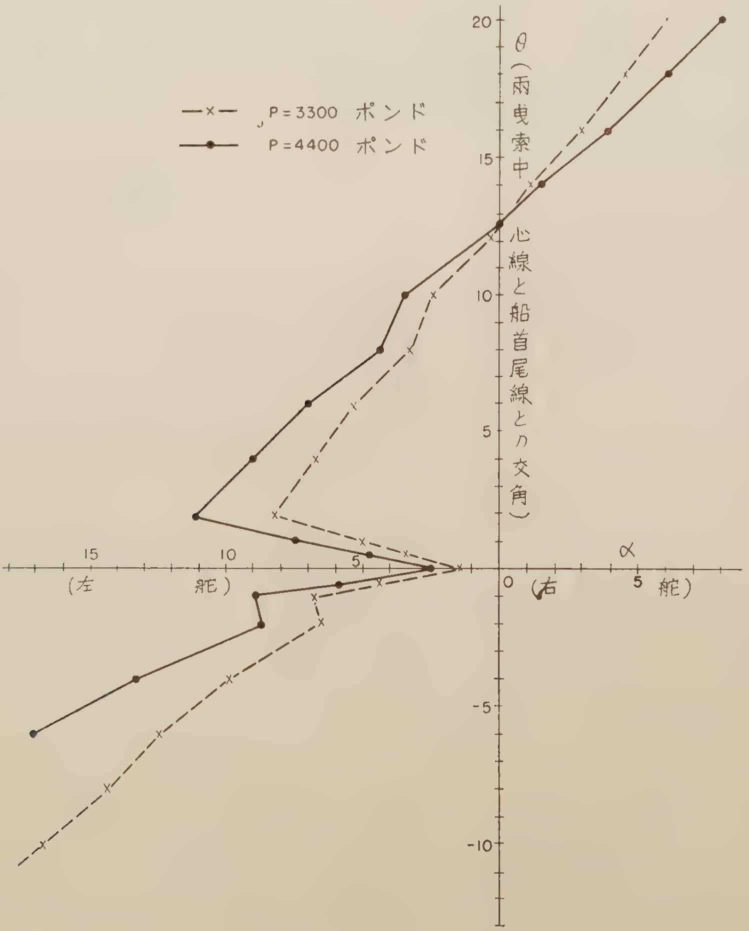
第　91　図

第 26 表及び第 92 図は曳索中心線と船首尾線との交角 (θ) と当舵量 (α) の関係を示したものである。

第　26　表

No.	θ	β	$\sin 2\alpha$		α		舵の方向
			$P=1.5\times2$ の場合	$P=2\times2$ の場合	$P=1.5\times2$ の場合	$P=2\times2$ の場合	
1	20°	13.5°	0.2079	0.27702	6°	8°— 2.5′	右　舵
2	18°	11.5°	0.15969	0.21274	4°—36′	6°—19′	〃
3	16°	9.5°	0.10068	0.134136	2°—53.5′	3°—51′	〃
4	14°	7.5°	0.03678	0.047005	1°— 3′	1°—24′	〃
5	12.5°	6°	0.00000	0.00000	0°	0°	中　央

6	12°	5.5°	0.012646	0.016848	0°—22′	0°—29′	左舵
7	10°	3.5°	0.08992	0.119799	2°—35′	3°—26′	〃
8	8°	1.5°	0.11409	0.151996	3°—16′	4°—22′	〃
9	6°	−0.5°	0.18194	0.24239	5°—13′	7°— 1′	〃
10	4°	−2.5°	0.23408	0.31185	6°—46′	9°— 5′	〃
11	2°	−4.5°	0.28196	0.37564	8°—12′	11°— 2′	〃
12	1°	−5.5°	0.174496	0.23255	5°—15′	6°—43′	〃
13	0.5°	−6°	0.124305	0.16537	3°—34′	4°—46′	〃
14	0°	−6.5°			1°—30′	2°— 0′	〃
15	−0.5°	−7°	0.15076	0.20014	4°—20′	4°—46′	〃
16	−1°	−7.5°	0.22876	0.30476	6°—42′	8°—57′	〃
17	−2°	8.5°	0.22344	0.29767	9°—28′	12°—49′	〃
18	−4°	−10.5°	0.33835	0.45076	9°—53′	13°—24′	〃
19	−6°	−12.5°	0.42134	0.56133	12°—27′	17°— 4.5′	〃
20	−8°	−14.5°	0.481718	0.64176	14°—24′	19°—53′	〃
21	−10°	−16.5°	0.55016	0.73288	16°—41′	23°—34′	〃
22	−12°	−18.5°	0.619654	0.82555	19°— 9′	27°—49′	〃
23	−14°	−20.5°	0.71440	0.95175	22°—48′	36°— 4′	〃
24	−16°	−22.5°	0.76304	1.01655	24°—52′		



第 92 図 θ と α との関係（大和丸）

2.　曳網開始直後からの曳船と網との運動する軌跡

以下述べることは Otter trawl 網及び1艘曳式中層曳網の曳網開始直後からと曳網途中の変針の際とに共通する現象である。

前項同様大和丸について検討してみる。なお、以下述べる基本の条項を次のように仮定する。

すなわち、	手綱長	90 m（片側分）
	Otter Board	整調式
	曳索長	210 m（片側分）
	水　深	70 m

1艘曳式中層曳網の場合は、上記条項が次の様に代表される。

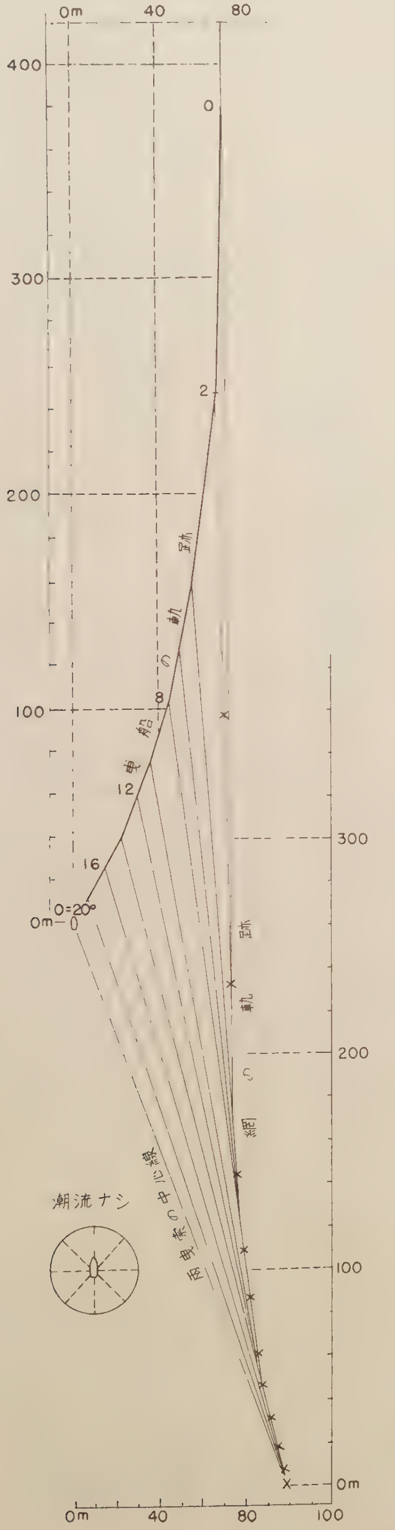
すなわち、	曳索長(片側分)	300 m
	網 の 水 深	70 m

(O.B. と網とは中層曳きの場合同一水深となる)。

両者の場合とも曳船と網との水平距離は作図から 280 m となる。

第 93 図から第 119 図（第 102，111，120 図は除く）はすべてベクトル合成法により曳船が運動する実際の軌跡と網が運動する実際の軌跡とを作図したもので、Dimension はすべて速度（kt）である。

（i）　無風、無波、無潮流の場合



0m
40
80
400
300
200
100
0m
0
2
8
12
16
θ=20°
0
曳船の軌跡
網の軌跡
両曳索の中心線
潮流ナシ
300
200
100
0m
0m
40
80
100

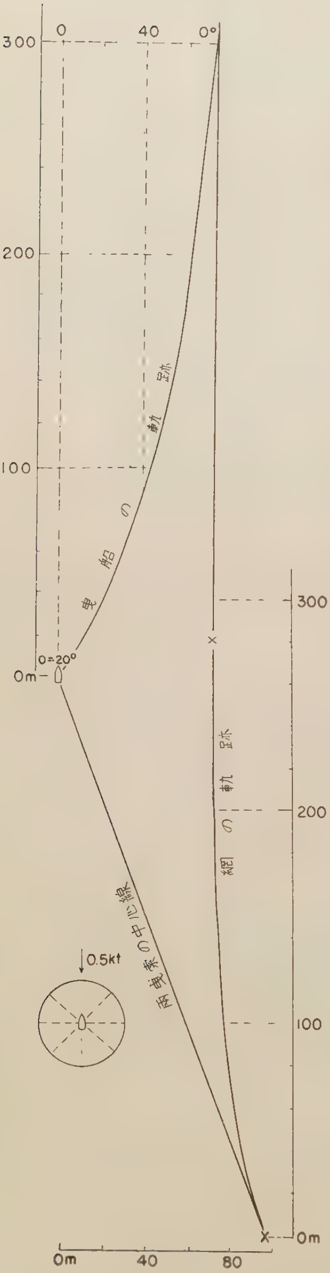
此の場合 $\theta=20°$ より船首を定針路に保持すると船は左側の曲線上を動き，網は右側の曲線上を動く。
$\theta_1=0°$（θ_1 は直線曳網状態になつた時の曳索中心線と船首尾線との交角）になつて始めて船は船首方向に進むに到る。
その場合曳索中心線も船首方向と合致する。
その点は曳網開始点より右に 70 m、前方へ 375 m の処となる。
それ以後の当舵量は
左舵　1°—30′ ～ 2°—00′
網はそれ迄前方 357 m 左へ 70 m の処より 3 kt で前進を始める。
曳網開始時より 4. 1 分間後直線曳網状態になる。

第 93 図　無風、無波、無潮流の場合の
曳船と網の運動する軌跡

(ii) 潮流がある場合

a) 潮流が 0.5 kt ある場合

イ 0°（船首）方向から潮を受けた場合


300
200
100
0m
0
40
0°
曳船の軌跡
θ=20°
両曳索の中心線
網の軌跡
0.5kt
300
200
100
0m
0m
40
80

$\theta_1=0°$ で下記の点から船、網は直進する。

300 m

75 m の点

当舵量

左舵 1°—30′

～2°—00′

直線曳網状態以後の対地速度は 2.5 kt となる。

曳網開始より 4 分間後に直線曳網状態になる。

第 94 図 潮流 (0.5 kt) を船首方向から受けた場合の曳船と網の運動する軌跡

ロ 45° 方向から潮を受けた場合

$\theta_1=2°$ で網は次の点より直線を始める。

640 m

35 m の点

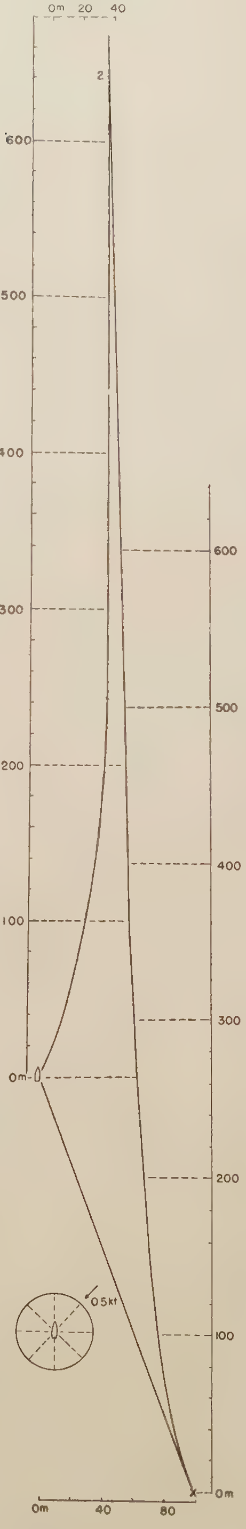
当舵量

左舵 8°—12′

～11°— 2′

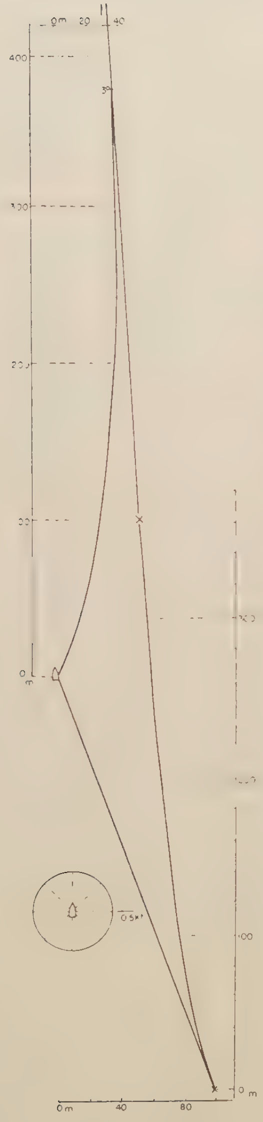
直線曳網状態以後の対地速度は 2.7 kt となる。

曳網開始より 8 分間後に直線曳網状態になる。


0m
20
40
2
600
500
400
300
200
100
0m
600
500
400
300
200
100
0m
0.5kt
0m
40
80

第 95 図 潮流 (0.5kt) を 45° 方向から受けた場合の曳船と網の運動する軌跡

ハ　90° 方向から潮を受けた場合


0m
20
40
400
300
200
100
0m
0.5kt
0m
40
80
3°

$\theta_1=3°$ で網は次の点より直線を始める。

380 m

35 m の点

当舵量

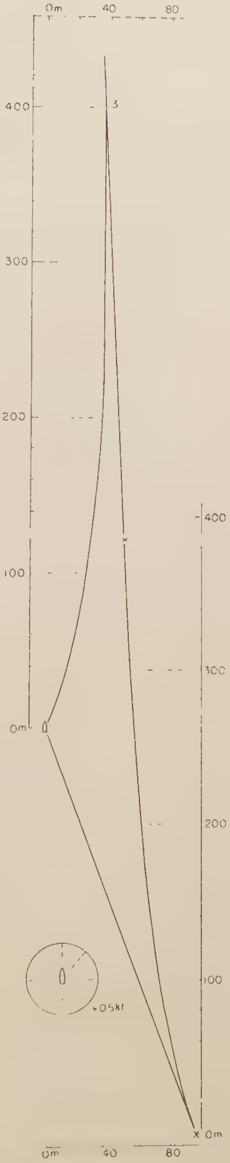
左舵　6°—50′

～10°—00′

直線曳網状態以後の対地速度は 3.05 kt 曳網開始より 4.3 分間後に直線曳網状態になる。

第 96 図　潮流 (0.5 kt) を 90° 方向から受けた場合の曳船と網の運動する軌跡

ニ　135° 方向から潮を受けた場合


0m
40
80
400
300
200
100
0m
3
400
300
200
100
0m
0.5kt
0m
40
80

$\theta_1=3°$ で網は次の点より直進を始める。

400 m

40 m の点

当舵量

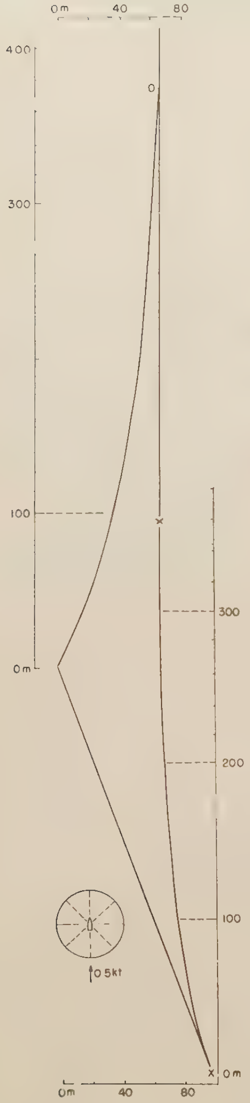
左舵　6°—50′

～10°—00′

直線曳網状態以後の対地速度は 3.4 kt 曳網開始より 3.9 分間後に直線曳網状態になる。

第 97 図　潮流 (0.5 kt) を 135° 方向から受けた場合の曳船と網の運動する軌跡

ホ　180° 方向から潮を受けた場合



$\theta=0°$ で網は次の点より直進を始める。

375 m

65 m の点

当舵量

左舵　1°―30′

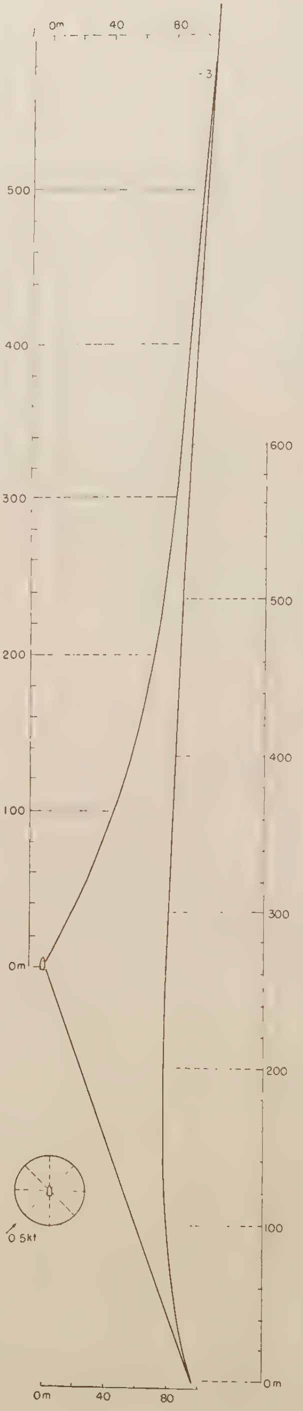
～2°―00′

直線曳網状態以後の対地速度は 3.5 kt

曳網開始より 3.7 分間後に直線曳網状態になる。

第 98 図　潮流 (0.5 kt) を 135° 方向から受けた場合の曳船と網の運動する軌跡

ヘ　225　方向から潮を受けた場合



$\theta_1=-3°$ で網は次の点より直進を始める。

575 m

105 m の点

当舵量

左舵　90°―40′

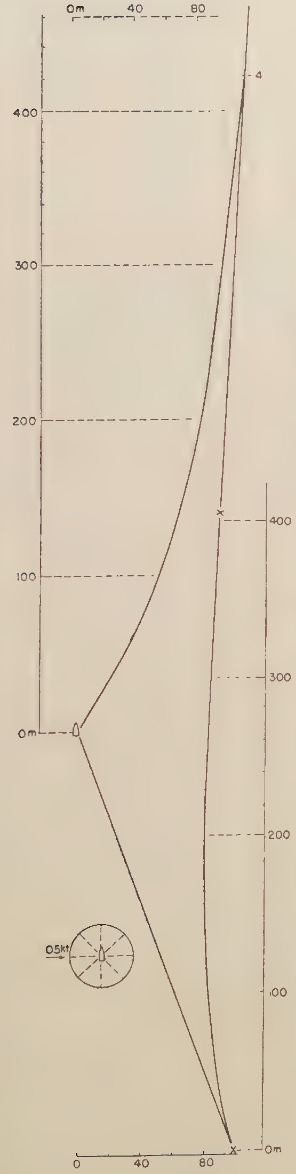
～13°―00′

直線曳網状態以後の対地速度は 3.4 kt

曳網開始より 5.6 分間後に直線曳網状態になる。

第 99 図　潮流 (0.5 kt) を 225° 方向から受けた場合の曳船と網の運動する軌跡

ト　270° 方向から潮を受けた場合


0m
40
80
400
300
200
100
0m
-4
400
300
200
100
0m
0
40
80
0.5kt

$\theta_1=-4^\circ$ で網は次の点より直進を始める。

420 m

110 m の点

当舵量

左舵　9°—53′

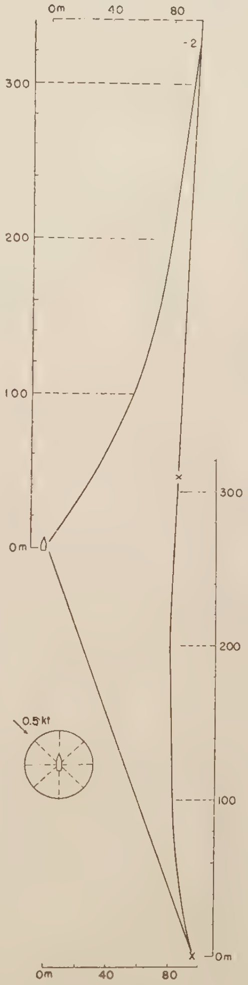
～13°—24′

直線曳網状態以後の対地速度は 3.05 kt

曳網開始より 4.6 分間後に直線曳網状態になる。

第100図　潮流 (0.5 kt) を 270° 方向から受けた場合の曳船と網の運動する軌跡

チ　315° 方向から潮を受けた場合


0m
40
80
-2
300
200
100
0m
300
200
100
0m
0m
40
80
0.5kt

$\theta_1=2^\circ$ で網は次の点より直進を始める。

325 m

100 m の点

当舵量

左舵　6°—27′

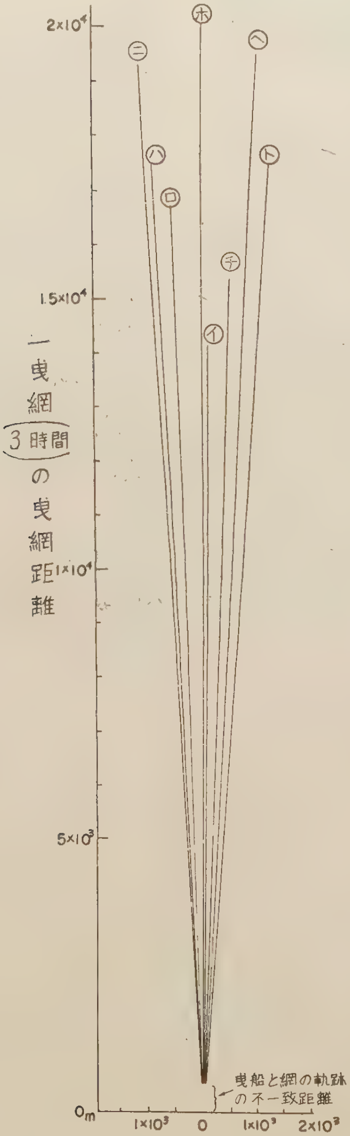
～8°—40′

直線曳網状態以後の対地速度は 2.7 kt

曳網開始より 3.9 分間後に直線曳網状態になる。

第 101 図　潮流 (0.5 kt) を 315° 方向から受けた場合の曳船と網の運動する軌跡

第 27 表、第 102 図は前掲の各場合の曳船と網の運動する軌跡が一致するようになつた後の実際の両者の進行方向を示すものであつて、同図にみられるように、曳船の船首方位と実際の進行方向とは無風、無波、無潮流の場合（i）以外はすべて異なつていることがわかる。



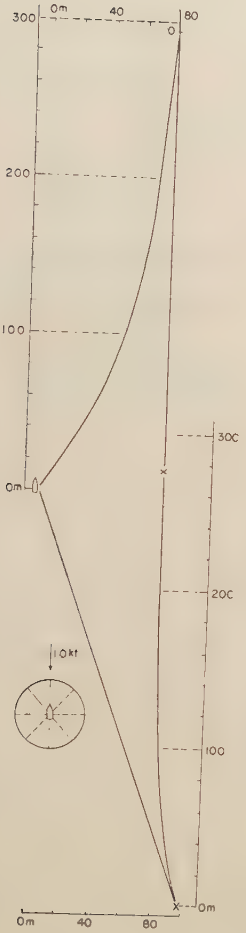
第 102 図

第 27 表

	潮　流	針路より離れた距離	対地速度 kt	対水速度 kt	3 時間の曳網距離
(i)	—	70 m 右へ	3.0 kt	3.0 kt	16,740 m
イ	0°より	75 〃	2.5 〃	〃	13,950 〃
ロ	45° 〃	450 〃 左へ	2.7 〃	〃	15,066 〃
ハ	90° 〃	800 〃	3.05 〃	3.1 〃	17,019 〃
ニ	135° 〃	850 〃	3.4 〃	〃	18,972 〃
ホ	180° 〃	65 〃 右へ	3.5 〃	3.0 〃	19,530 〃
ヘ	225° 〃	1,150 〃	3.4 〃	3.1 〃	18,972 〃
ト	270° 〃	1,250 〃	3.05 〃	3.1 〃	17,019 〃
チ	315° 〃	650 〃	2.7 〃	3.0 〃	15,066 〃

b)　潮流が 1.0 kt ある場合

イ　0°（船首）方向から潮を受けた場合


300
0m
40
80
0
200
100
0m
300
200
100
0m
1.0kt
0m
40
80

$\theta_1=0°$ で網は次の点より直進する。

290 m

90 m の点

当舵量

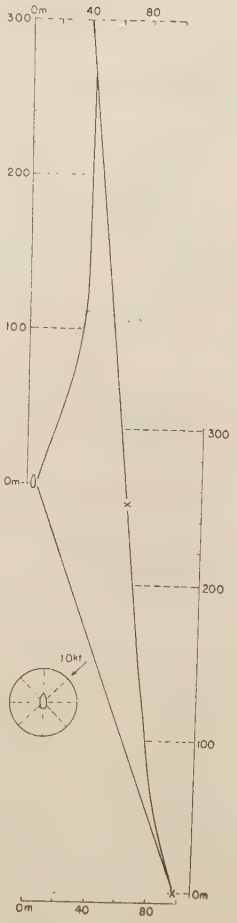
左舵　1°–30′ ～ 2°–60′

直線曳網以後の速度は 2.0 kt

曳網開始より 4.8 分間後直線曳網状態になる。

第 103 図　潮流（1.0 kt）を 0° 方向から受けた場合の曳船と網の運動する軌跡

ロ　45° 方向から潮を受けた場合


300
0m
40
80
200
100
0m
300
200
100
0m
1.0kt
0m
40
80

$\theta_1=5.5°$ で網は次の点より直進する。

265 m

35 m の点

当舵量

左舵　5°–40′ ～ 7°–30′

直線曳網以後の速度は 2.45 kt 曳網開始より 3.7 分間後直線曳網状態になる。

第 104 図　潮流（1.0 kt）に 45° 方向から受けた場合の曳船と網の運動する軌跡

ハ　90° 方向から潮を受けた場合

$\theta_1=6°$ で網は次の点より直進をする。

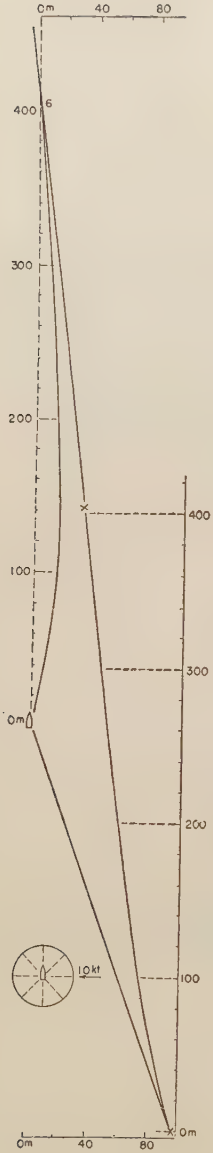
420 m

0 m の点

当舵量

左舵　5°–15′
〜
7°–1′

直線曳網状態以後の対地速度は 3.2 kt 曳網開始時より 4.4 分間後直線曳網状態になる。



0m
40
80
400
300
200
100
6
0m
400
300
200
100
0m
1.0kt
0m
40
80

第 105 図　潮流 (1.0 kt) を 90° 方向から受けた場合の曳船と網の運動する軌跡

ニ　135° 方向から潮を受けた場合

$\theta_1=4°$ で網は次の点より直進をする。

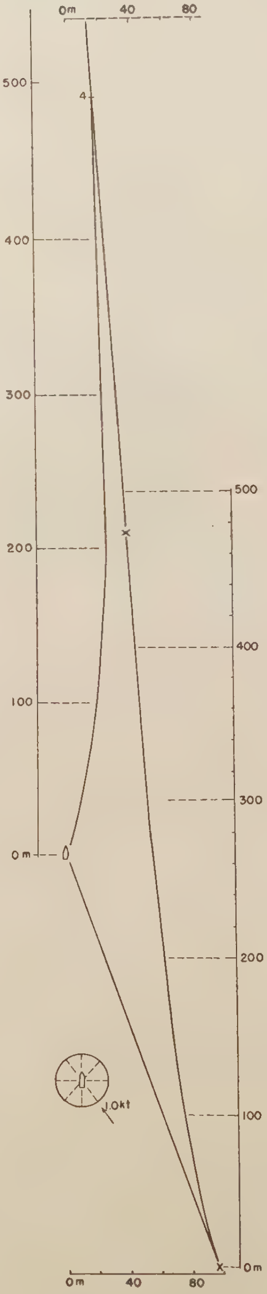
490 m

18 m の点

当舵量

左舵　6°–46′
〜
9°–5′

直線曳網状態以後の対地速度は 3.2 kt 曳網開始より 4.3 分間直線曳網状態になる。



0m
40
80
500
400
300
200
100
0m
4
500
400
300
200
100
0m
1.0kt
0m
40
80

第 106 図　潮流 (1.0 kt) を 135° 方向から受けた場合の曳船と網の運動する軌跡

ホ　180° 方向から潮を受けた場合

$\theta_1=0°$ で網は次の点より直進する。

490 m

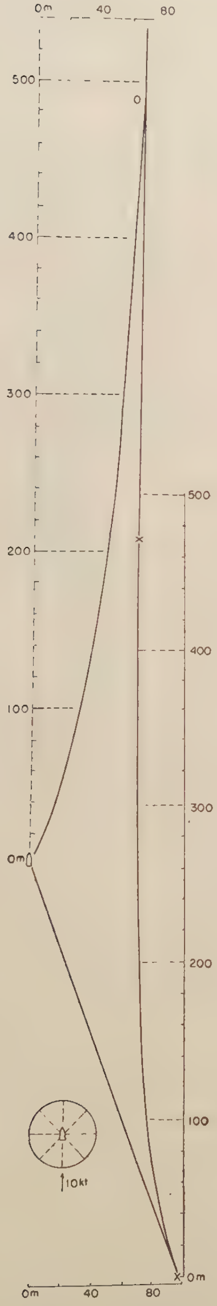
68 m の点

当舵量

左舵　1°-30′
～
2°-00′

直線曳網状態以後の対地速度は 4.0 kt

曳網開始時より4分間後直線曳網状態になる。


0m
40
80
500
400
300
200
100
0m
0
×
500
400
300
200
100
0m
0m
40
80
1.0kt

第 107 図　潮流(1.0 kt)を 180° 方向から受けた場合の曳船と動く軌跡

ヘ　225° 方向から潮を受けた場合

$\theta_1=-5°$ で網は次の点より直進する。

585 m

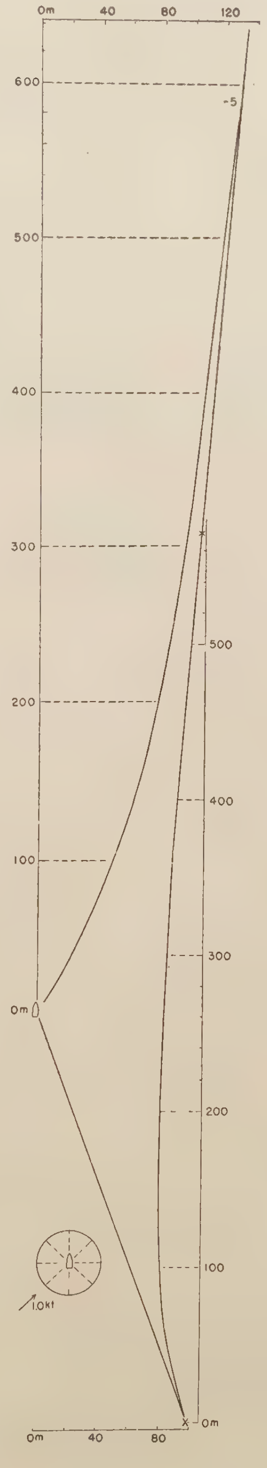
130 m の点

当舵量

左舵　11°-10′
～
15°-00′

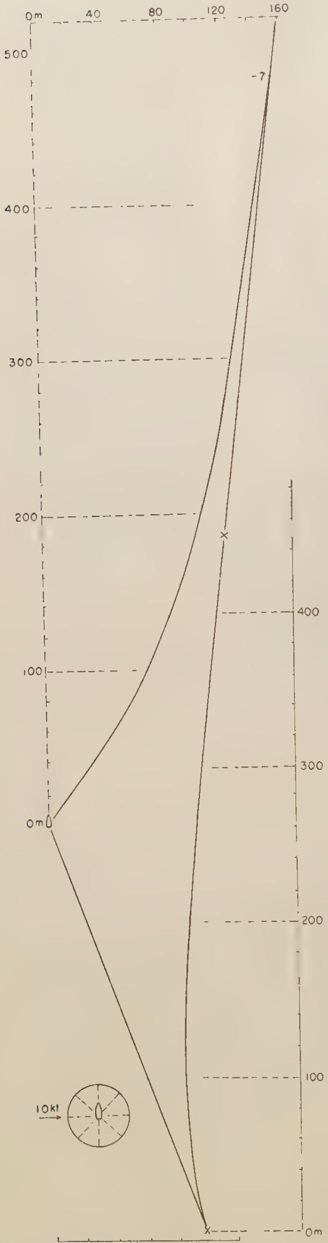
直線曳網状態以後の対地速度は 3.8 kt

曳網開始より5分間後直線曳網状態になる。


0m
40
80
120
600
-5
500
400
300
200
100
0m
×
500
400
300
200
100
0m
0m
40
80
1.0kt

第 108 図　潮流 (1.0 kt) を 225° 方向から受けた場合の曳船と動く軌跡

ト　270° 方向から潮を受けた場合


0m
40
80
120
160
500
400
300
200
100
0m
-7
400
300
200
100
0m
1.0kt
0m
40
80

$\theta_1=7°$ で網は次の点より直進する

480 m

155 m の点

当舵量

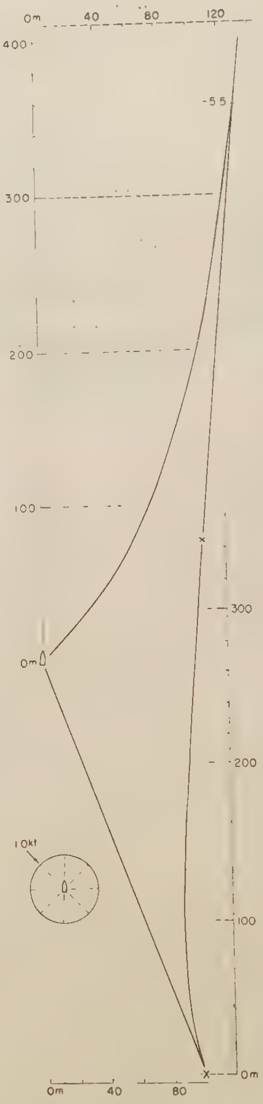
左舵　13°–20′
〜
18°–20′

直線曳網状態以後の対地速度は 3.2 kt

曳網開始時より 5 分間後直線曳網状態となる。

第 109 図　潮流(1.0 kt)を 270° 方向から受けた場合の曳船と動く軌跡

チ　315° 方向から潮を受けた場合


0m
40
80
120
400
300
200
100
0m
-5.5
300
200
100
0m
1.0kt
0m
40
80

$\theta_1=-5.5$ で網は次の点より直進する。

355 m

110 m の点

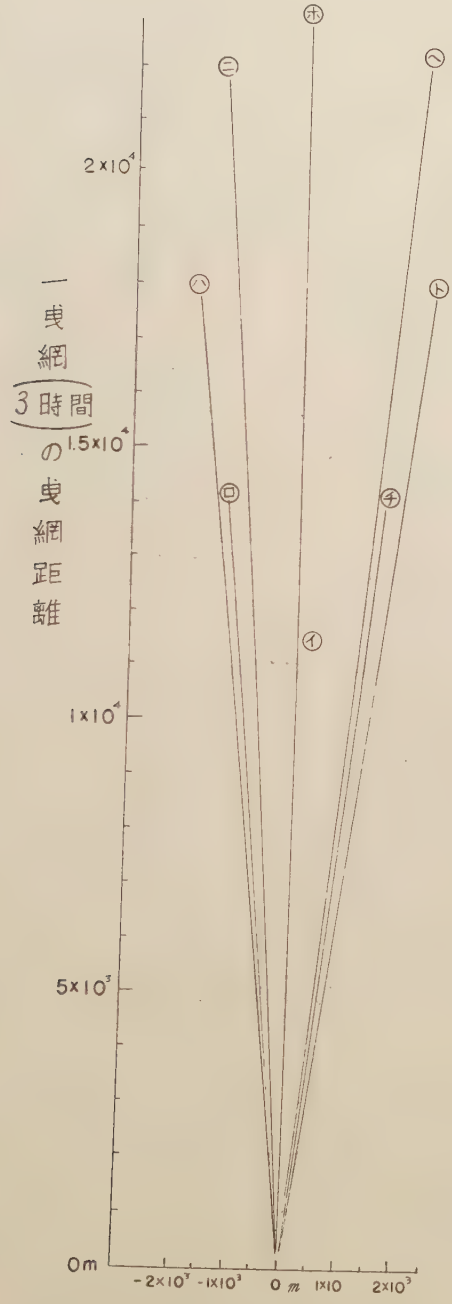
当舵量

左舵 12°–48′
〜
16°–60′

直線曳網状態以後の対地速度は 1.45 kt

曳網開始時より 4.9 分間後直線曳網状態となる。

第 110 図　潮流(1.0 kt)を 315° 方向から受けた場合の曳船と動く軌跡



第　111　図

第　28　表

	潮　流	離れた距離	対地速度	対水速度	3 時間の曳網より
イ	0°より	90m 右	2　kt	3　kt	11,160 m
ロ	45°　〃	1,300 〃 左	2.45 〃	3.2　〃	13,764 〃
ハ	90°　〃	1,750　〃	3.2　〃	3.3　〃	17,456 〃
ニ	135°　〃	1,450　〃	3.8　〃	3.1　〃	21,204 〃
ホ	180°　〃	68 〃 右	4.0　〃	3.0　〃	22,320 〃
ヘ	225°　〃	1,900　〃	3.8　〃	3.2　〃	21,204 〃
ト	270°　〃	2,200　〃	3.2　〃	3.25 〃	17,456 〃
チ	315°　〃	1,450　〃	2.45 〃	3.2　〃	13,764 〃

c)　潮流が 2.0 kt ある場合

イ　0°（船首）方向から潮を受けた場合

$\theta_1=0°$ で網は次の点より直進する。

250 m

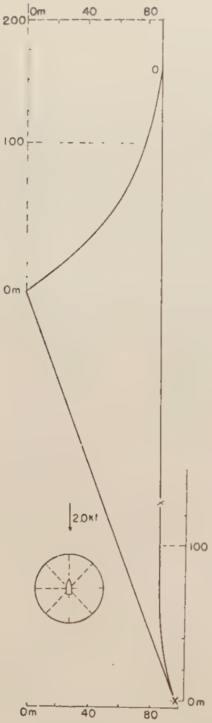
90 m の点

当舵量

左舵　1°-30′
～
2°-00′

直線曳網状態以後の曳網速度は 1.0 kt

曳網開始時より8.3分間後直線曳網状態になる。


200
0m
40
80
0
100
0m
2.0kt
x
100
0m
0m
40
80

第 112 図　潮流（2.0 kt）を 0° 方向から受けた場合の曳船と網の動く軌跡

ロ　45° 方向から潮を受けた場合

$\theta_1=12°$ で網は次の点より直進する。

185 m

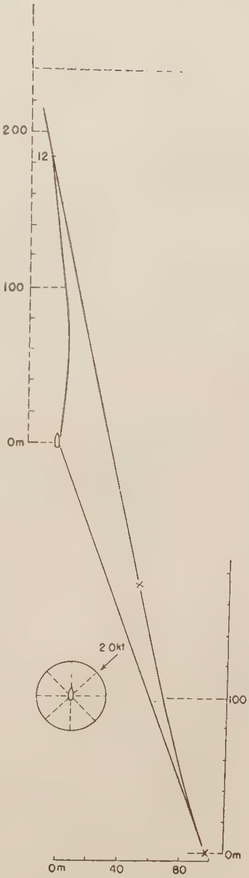
−5 m の点

当舵量

左舵　0°-22′
～
0°-29′

直線曳網状態以後の曳網速度は 2.6 kt

曳網開始時より 2.4 分間後直線曳網状態になる。


200
12
100
0m
x
2.0kt
100
0m
0m
40
80

第 113 図　潮流（2.0 kt）を 45° 方向から受けた場合の曳船と網の動く軌跡

ハ　90° 方向から潮を受けた場合

$\theta_1=13°$ で網は次の点より直進する。

390 m

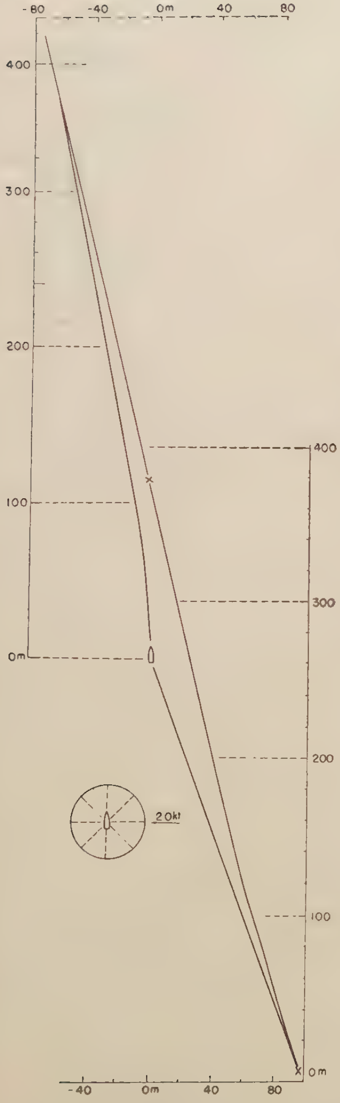
−70 m の点

当舵量

右舵 0°–20′
〜
0°–30′

直線曳網状態以後の曳網速度は 3.7 kt

曳網開始時より 3.5 分間後直線曳網状態になる。


-80
-40
0m
40
80
400
300
200
100
0m
400
300
200
100
0m
-40
0m
40
80
2.0kt

第 114 図　潮流 (2.0 kt) を 90° 方向から受けた場合の曳船と網の動く軌跡

ニ　135° 方向から潮を受けた場合

$\theta_1=8°$ で網は次の点より直進する。

510 m

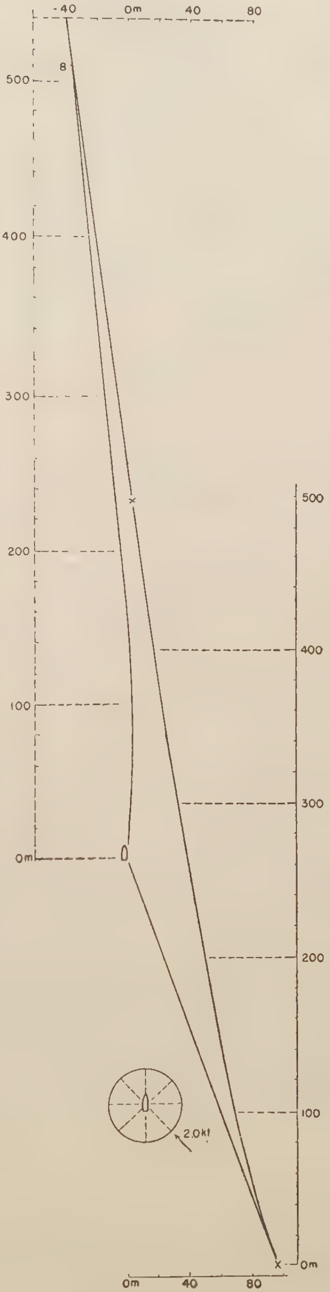
−35 m の点

当舵量

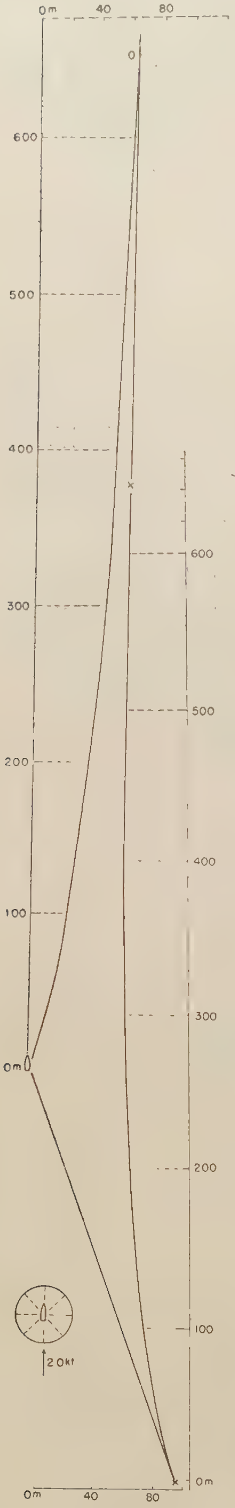
左舵 3°–16′
〜
4°–22′

直線曳網状態以後の曳網速度は 4.7 kt

曳網開始時より 3.6 分間後直線曳網状態になる。


-40
0m
40
80
8
500
400
300
200
100
0m
500
400
300
200
100
0m
0m
40
80
2.0kt

第 115 図　潮流 (2.0 kt) を 135° 方向から受けた場合の曳船と網の動く軌跡



ホ 180° 方向から潮を受けた場合

$\theta_1=0^\circ$ で網は次の点より直進する。

655 m

60 m

当舵量

左舵 1°-30′

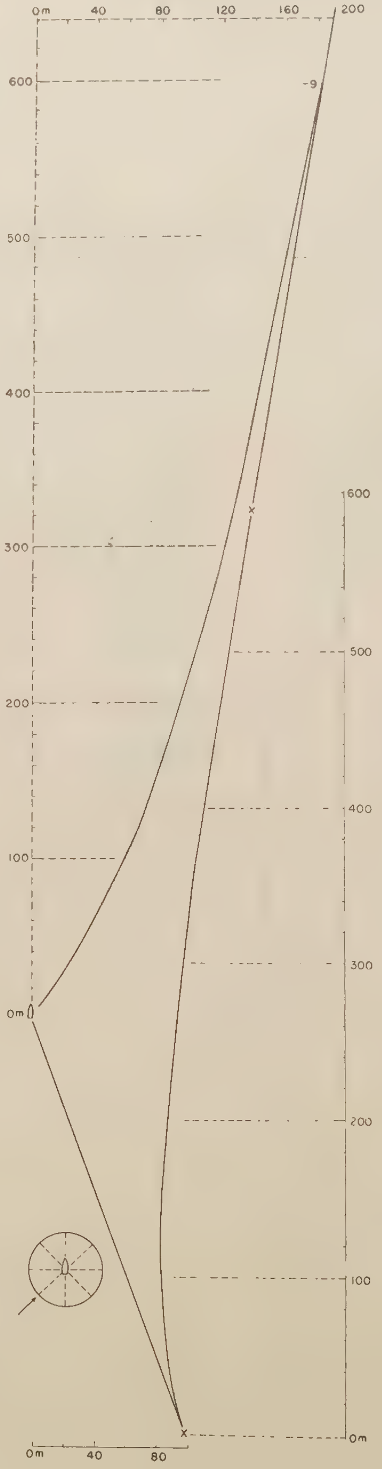
～

2°-00′

直線曳網状態以後の曳網速度は 5.0 kt

曳網開始時より 4.8 分間後直線曳網状態になる。

第 116 図 潮流 (2.0 kt) を 180° 方向から受けた場合の曳船と網の動く軌跡



へ 225° 方向から潮を受けた場合

$\theta_1=-9^\circ$ で網は次の点より直進する。

600 m

185 m の点

当舵量

左舵 15°-40′

～

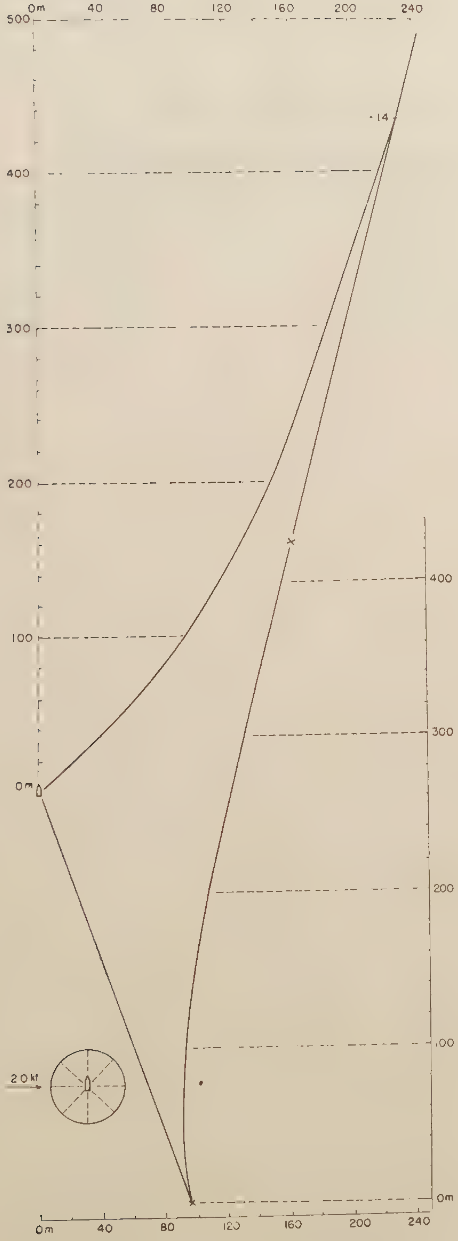
21°-35′

直線曳網状態以後の曳網速度は 4.7 kt

曳網開始時より 4.3 分間後直線曳網状態になる。

第 117 図 潮流 (2.0 kt) を 225° 方向から受けた場合の曳船と網の動く軌跡

ト　270° 方向から潮を受けた場合



$\theta_1=-14°$ で網は次の点より直進する。

430 m

230 m の点

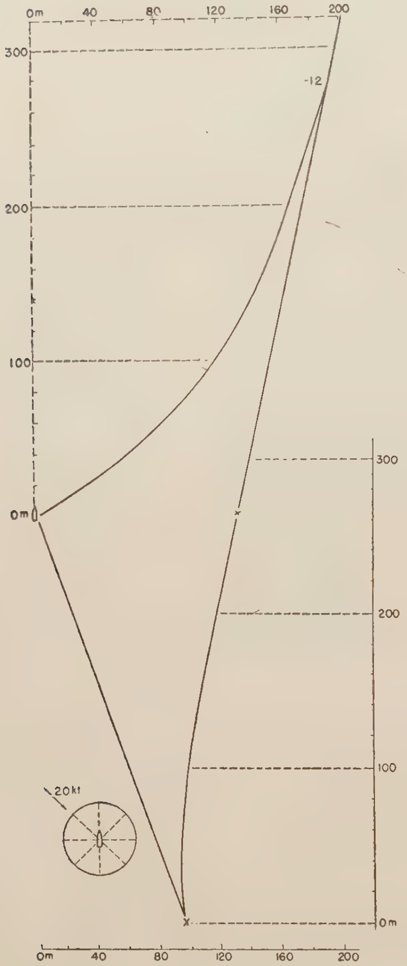
当舵量　左舵 21°-00′～30°-00′

直線曳網状態以後の曳網速度は 3.7 kt

曳網開始時より 3.8 分間後直線曳網状態になる。

第 118 図　潮流(2.0 kt)を 270° 方向から受けた場合の曳船と網の動く軌跡

チ　315° 方向から潮を受けた場合


0m
40
80
120
160
200
300
200
100
0m
-12
300
200
100
0m
20kt
0m
40
80
120
160
200

第 119 図　潮流(2.0 kt)を 315° 方向から受けた場合の曳船と網の動く軌跡

$\theta_1=-12°$ で網は次の点より直進する。

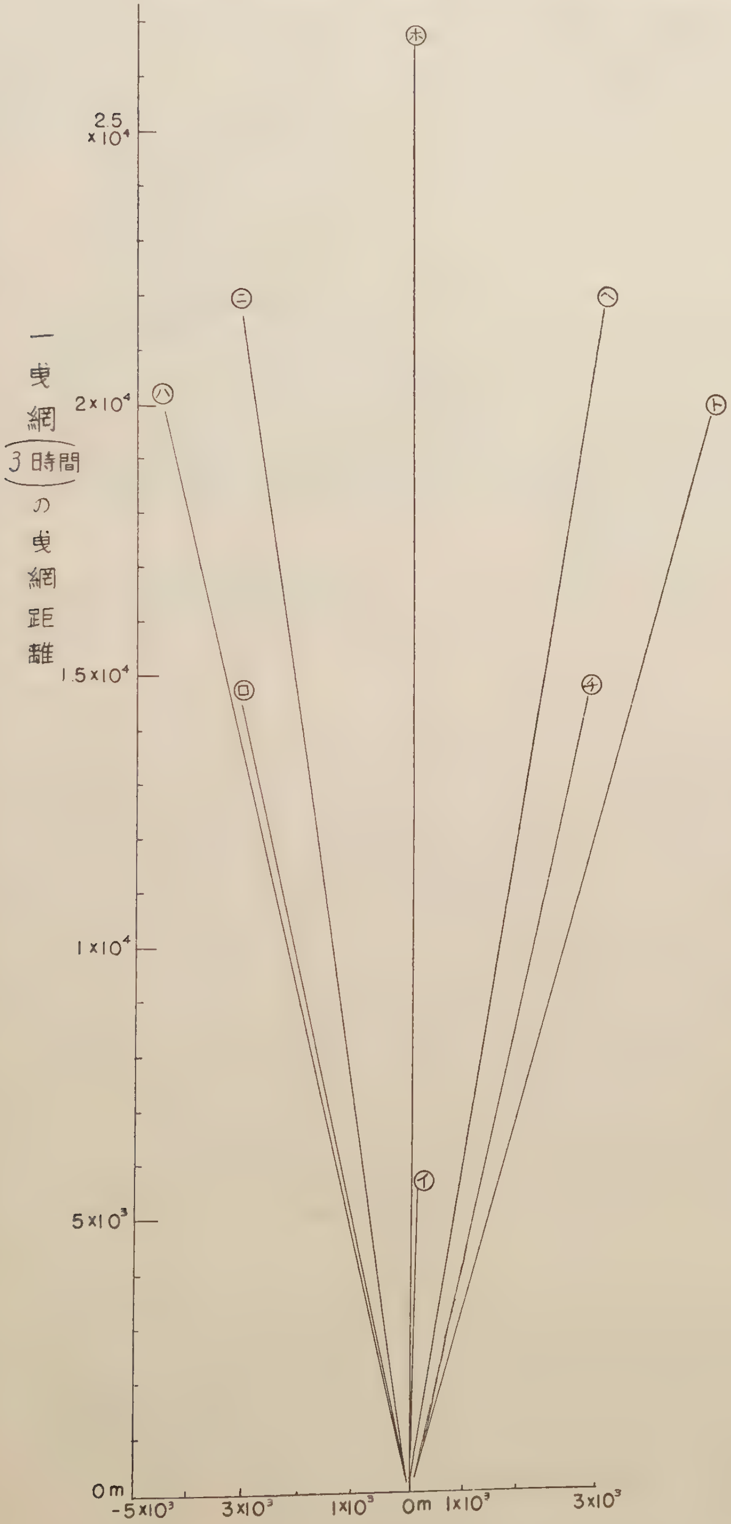
275 m

195 m の点

当舵量　左舵 19-9′～27°-49′

直線曳網状態以後の曳網速度は 2.6 kt

曳網開始時より 3.5 分間後直線曳網状態になる。

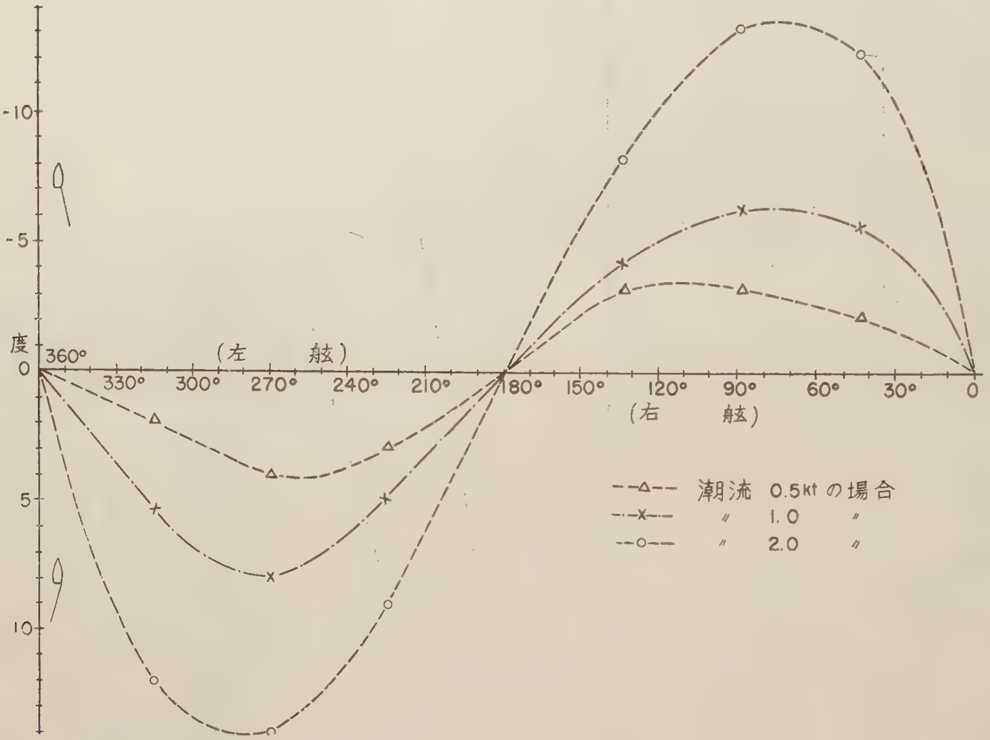


第　120　図

第　29　表

	潮　流	離れた距離	対地速度	対水速度	3時間の曳網距離
イ	0° より	90m右へ	1.0 kt	3.0 kt	5,580 m
ロ	45° 〃	3,050〃 左	2.6 〃	4.1 〃	14,508 〃
ハ	90° 〃	4,550 〃	3.7 〃	3.85 〃	20,646 〃
ニ	135° 〃	3,750 〃	4.7 〃	3.45 〃	26,226 〃
ホ	180° 〃	63〃 右	5.0 〃	3.0 〃	27,900 〃
ヘ	225° 〃	4,150 〃	4.7 〃	3.3 〃	26,226 〃
ト	270° 〃	5,060 〃	3.7 〃	3.8 〃	20,646 〃
チ	315° 〃	2,700 〃	2.6 〃	3.7 〃	14,508 〃

次に第 121 図に潮流方向（船首より左回り）の角度と θ 角との関係を示す。



θ は船首尾線と両曳索中心線とのなす交角即ち実際の曳網線は $+\theta$ の場合は船首方位の左，$-\theta$ の場合は船首の右となる。

潮流が船首及び船尾からの時のみ船及び網は船首方向に進む。

第 121 図　潮流方向と θ 角との関係

曳網時の機関出力と同出力で独航した場合の速度、曳網した場合の速度及び潮流速度の 3 要素で作図したのが第 93～101 図、第 103～110 図、第 112～119 図である。是等から実際の船及び網の通る軌跡を 3 時間曳網の場合について作図したのが第 102，111，120 図である。

$\theta=20°$ から船首方位を保持して曳網を開始すると、船及び網が曲線を画いて進む距離は 185 m（2 kt の潮が 45 度から来る場合）で、最大が 655 m（2.0 kt の潮が 180 度から来る場合）である。

いずれの場合も網の対水速度は 3.0 kt を基準として変化する。従つて、曳網対地速度の大きくなる方向より潮を受けるよう船首方位を決定するのが良いか、網の対水速度の低くなるような船首方位とすべきかが問題となる。すなわち、180 度方向から受けた場合が対地速度は最大となる。また、この場合は船首方向は船及び網も進むことになるので、予定曳網線より外れる距離が最も少い。その際の当舵量も極く少くて済む。

第 121 図に示したのは曳索中心線と船首尾線とのなす交角と潮流方向との関係を示したもので、船首方位 $-\theta_1°$ が結局船及び網の進む方向となる。すなわち、90° 及び 270° 方向より潮を受けた場合が一番予定曳網針路より外れる線を曳網することになる。

① 予定曳網線より余り外れないこと

② 対地速度が大であること

③ 当舵量が少ないこと

④ 曳索が船尾に敷かれないこと

上記条件を満足するような方向から潮を受ければ良い。第 102，111，120，121 図、第 27，28，29 表から以上を満足するものを撰ぶと、

①を最も満足させるものは、0°，180° 方向から潮を受ける場合であり、

②を最も満足させる場合は 180° 方向から潮を受ける場合であり、

③を最も満足させるものは 0° 及び 180° から潮を受ける場合

④を最も満足させるものは 180～0° すなわち右舷側から潮流を受ける場合

①～④を共通して満足させるものは、180° 方向から受ける場合となる。従つて、船尾より右舷側の若干範囲から受けるのが最も良いということになる。

(iii) 風だけある場合

潮流がなく、風だけ吹いている場合を検討してみる。まず、風がある場合必然的に波浪が生ずる。然し、ここでは波浪による影響は一応省略（漁研技報第 6 号に記述）して、風直接の影響について述べる。第一に考えねばならぬことは、風による偏流及びその偏流速度を得るまでの時間であり、第二には風圧による船体の旋回力である。

a) 偏流速度

船が V_m なる速度を有する時の偏流速度 U_m を求める式* を挙げると次の式がある。

$$U_m=\frac{V_m}{\sqrt{2}}\left\{\sqrt{1+\left(\frac{2\beta B}{\alpha A}\cdot\frac{W^2}{V^2}\right)^2}-1\right\}^{\frac{1}{2}}$$

V_m……船速 (kt)
α ……水の平面抵抗係数 0.1
β ……空気抵抗係数 5×10^{-5}
A ……浸水片舷面積 (m^2)
B ……風圧面積 (m^2)
W……正横風速 (m/sec)

$\frac{B}{A}$ も V, W と共に U を左右する要素である。而して $\frac{B}{A}$ は風圧面積と片舷浸水面積（又は垂線間距離と吃水との乗積を以つて現わされた面積）との比であつて、是は船型個有のもので

---

* 「前進中及び漂泊中に於ける正横風圧に基く偏流」昭和 8 年 4 月　航法参考資料第 3 号（海軍）

ある。然し、船型がたとえ異なつても、$\frac{B}{A}$ なる比の数値が等しいような2船型については U は相等しい。そして式には船の重量 M を含んでいないから、trawl 船の $\frac{B}{A}$ を求めると次の表に当てはまるものを使用することが出来る。

第 30 表

艦　　名	A	B	$\frac{B}{A}$
長　　門	1,840	2,670	1.45
霧　　島	1,640	2,400	1.46
吹　　雪	370	810	2.19
妙　　高	995	2,200	2.21
古　　鷹	700	1,800	2.57
走　　城	1,420	3,680	2.59

前記大和丸に例をとると、

$$A=130\ \mathrm{m}^2$$

$$B=190\ \mathrm{m}^2$$

$$\frac{B}{A}=1.46$$

となる。

従つて、霧島と同一の偏流速度ということになる。霧島の偏流図表は第 124 図の通りであるが、その際の風速 ω はすべて正横風速であるから、視風速を正横風速に換算する必要が生じてくる。その関係式を * 印文献から引用すると次の通りである。

$$\omega=W\sqrt{\left(\frac{c}{B}\cos^2\theta_\omega+\sin^2\theta_\omega\right)\sin\varphi}$$

ω ……正横風速

W……視風速

c ……正面風圧面積

B ……正横風圧面積

θ_ω……船首尾線と視風方向との交角

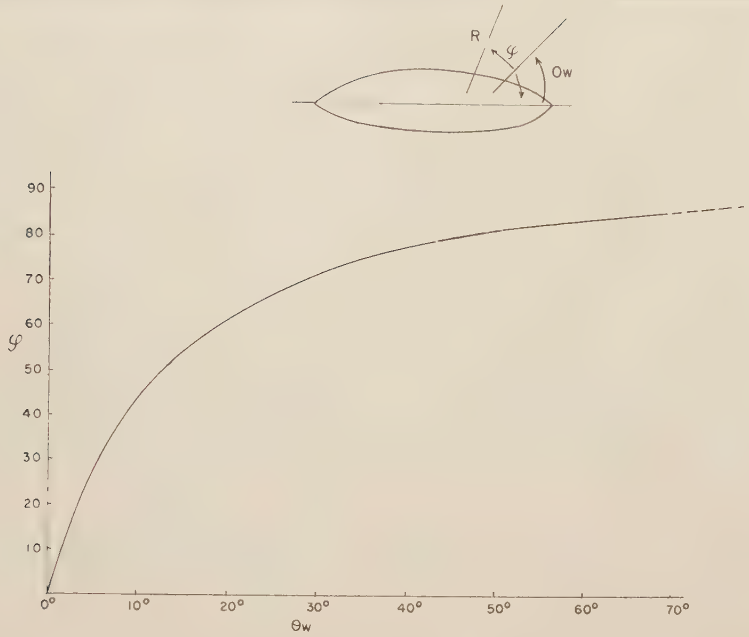
φ ……船の受ける全風圧力 R の船首尾線となす角

上式 φ は第 122 図から求めることができる。

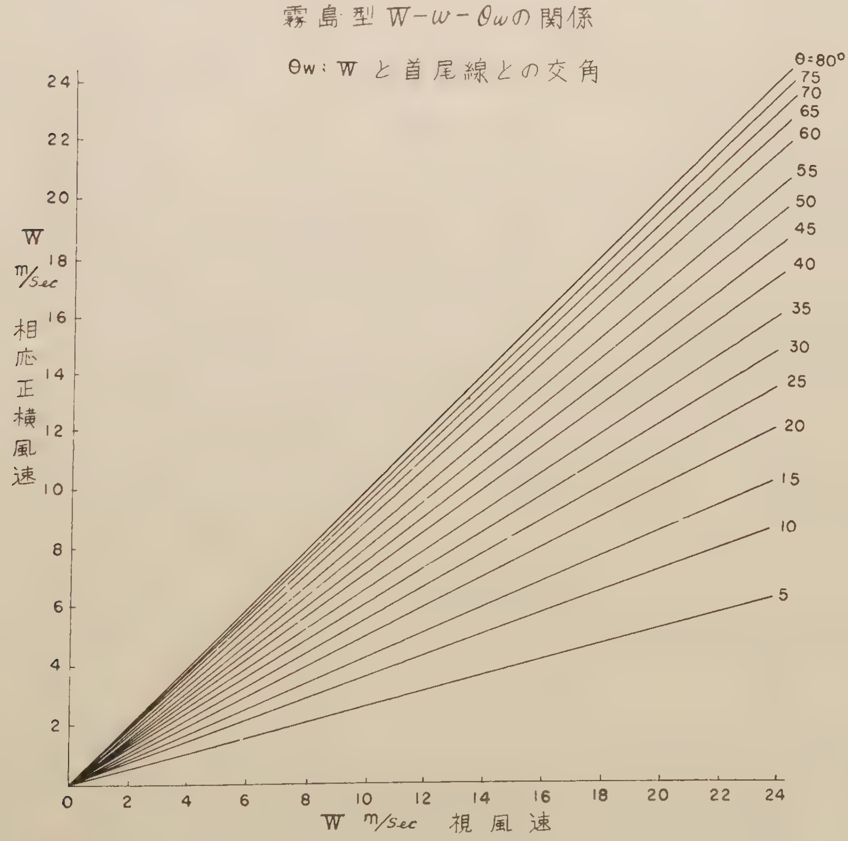
しかし、上式で計算せず第 123 図で視風速を正横風速に換算することができる。

Trawl 操業の風速限度を $W=18$ m/sec とすれば、

$\theta_\omega=5°$	のとき	$\omega=$ 4.8 m/sec	
〃 $=45°$	〃	〃 $=13.7$	〃
〃 $=80°$	〃	〃 $=17.8$	〃
〃 $=90°$	〃	〃 $=18$	〃



第 122 図　θ_ω と φ との関係



第 123 図　W, ω と首尾線との交角との関係

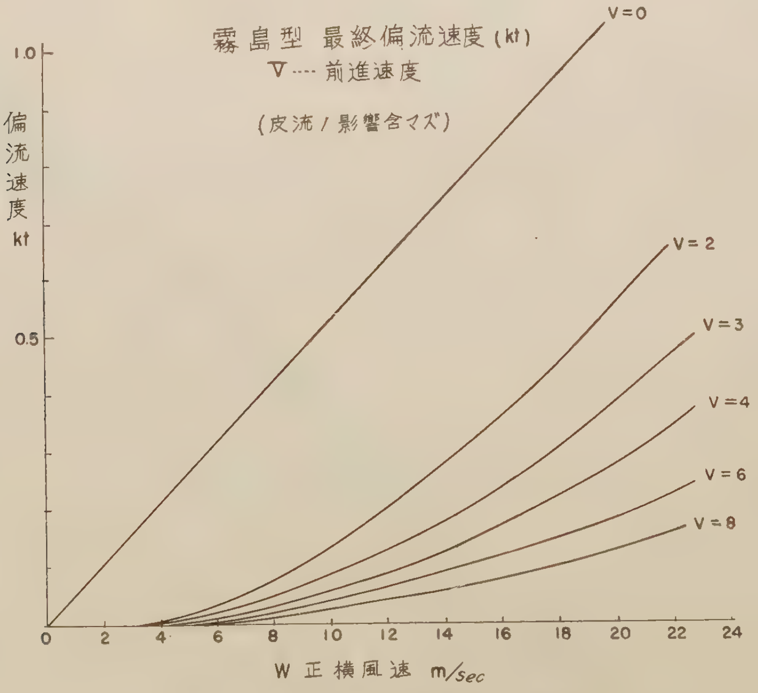
次に $\frac{B}{A}=1.46$ すなわち霧島型の ω（正横風速）と U（偏流速度）との関係を示したのが第124図である。

第124図から偏流速度を求めると

$\omega=18$ m/sec　即ち $\theta_\omega=90°$ の場合　$U_m=0.32$ kt
〃 $=17.8$　〃　〃　〃 $=80°$　〃　〃 $=0.31$ 〃
〃 $=13.7$　〃　〃　〃 $=45°$　〃　〃 $=0.18$ 〃
〃 $=4.8$　〃　〃　〃 $=5°$　〃　〃 $=0.03$ 〃

最大操業可能風速 18 m/sec の場合で正横から吹いている時でも偏流速度は僅かに 0.32 kt である。従つて、他はこれ以下であるから殆んど正横附近から 15 m/sec 以上程度の風が吹く場合位が若干偏流として取り上げねばならぬ程度であろう。各風速と船首方向とによる偏流速度を第31表に示す。

第31表から偏流速 0.2 kt 度以上を拾つてみると、視風速 16 m/sec の場合 $\theta\omega=65°$ 以上、18 m/sec の場合、$\theta\omega=50°$ 以上の場合ということになる。しかし、14 m/sec までは最大で 0.185 kt 程度で $\theta\omega$ が小さい場合は殆んど偏流は問題にならない。



第124図　正横風速と偏流速度との関係

視風速 18 m/sec 程度の場合も、船首方向からの場合は是亦偏流は殆んど影響しない。但し船首方向から風を受ける場合は偏流よりも船速の低下と速度の遅速の方が影響大である。

第　31　表

W W 及 U θ_W	4 m/sec		6 m/sec		8 m/sec		10 m/sec		12 m/sec		14 m/sec		16 m/sec		18 m/sec	
	W (m/s)	U (kt)	W	U	W	U	W	U	W	U	W	U	W	U	W	U
5度	1	0.0	1.5	0	2.1	0	2.6	0.005	3.2	0.01	3.7	0.013	4.2	0.02	4.8	0.022
10	1.4	〃	2.2	0.001	2.9	0.007	3.6	0.012	4.3	0.02	5.0	0.026	5.8	0.032	6.5	0.042
15	1.7	〃	2.6	0.005	3.4	0.011	4.3	0.02	5.2	0.028	6.0	0.037	6.9	0.05	7.7	0.06
20	2.0	〃	3.0	0.008	4.0	0.019	5.0	0.026	6.0	0.037	7.0	0.05	8.0	0.062	9.0	0.08
25	2.2	0.001	3.4	0.011	4.4	0.02	5.6	0.031	6.7	0.045	7.8	0.06	8.9	0.079	10.0	0.093
30	2.4	0.003	3.6	0.012	4.8	0.022	6.0	0.037	7.3	0.052	8.5	0.07	9.7	0.088	11.0	0.103
35	2.6	0.005	4.0	0.019	5.3	0.03	6.6	0.043	7.9	0.062	9.3	0.083	10.6	0.104	11.9	0.13
40	2.8	0.006	4.2	0.02	5.7	0.032	7.0	0.05	8.8	0.07	10.0	0.093	11.4	0.12	12.8	0.155
45	3.0	0.008	4.5	0.02	6.0	0.037	7.6	0.057	9.1	0.08	10.6	0.104	12.1	0.143	13.7	0.175
50	3.2	0.01	4.8	0.022	6.4	0.04	8.0	0.062	9.6	0.085	11.3	0.12	12.9	0.16	14.5	0.2
55	3.4	0.011	5.0	0.026	6.7	0.045	8.4	0.069	10.1	0.094	11.8	0.13	13.5	0.173	15.2	0.227
60	3.6	0.012	5.3	0.03	7.0	0.05	8.9	0.079	10.7	0.105	12.5	0.15	14.3	0.197	16	0.25
65	3.7	0.013	5.5	0.03	7.4	0.053	9.2	0.08	11.1	0.11	13	0.16	14.8	0.215	16.7	0.275
70	3.7	0.013	5.7	0.032	7.6	0.057	9.6	0.085	11.4	0.12	13.4	0.17	15.3	0.228	17.2	0.295
75	3.8	0.015	5.8	0.035	7.8	0.06	9.7	0.088	11.7	0.125	13.7	0.175	15.7	0.245	17.6	0.308
80	3.9	0.018	5.9	0.037	7.9	0.062	9.9	0.09	11.9	0.135	13.9	0.185	15.9	0.25	17.8	0.32

例え 0.3 kt の偏流があつた場合でも、潮流又は海表面流による影響の方が大であろうから、その中に殆んど含まれる。

潮流速がこれ等より小さい場合には、風による影響が比較的大となるが、海表面流が大したものでないときは風そのものも大した強さでないということになる。要は潮流方向と潮流速を確実に測定することにより、潮流の影響による曳船の運動並びに網の運動が前記の運動図によりわかる。

更に風による偏流を加味した運動図を作製することにより完全に曳船と網との運動が判明することになる。しかし、実際問題として風速が大なる場合、海面流が 1.0～2.0 kt 発生するので局地的に潮流は打消され海面流に影響されるため潮流の影響は無視してよいであろう。但し海底附近までは海面流は達しないので、網は潮流の影響を受ける訳である。この場合風向とそれによる海面流流向とは同一とみてよいであろうから、曳船えの影響は風圧流と海面流による偏流との合計されたものとみてよい。

海表面流と海底との流向及び流速が甚だしく異なるときは船、網ともに又変つた運動をするであろうが、実際問題としてこれ等を計測することは困難である。従つて海表面の現象を対照とするより他手段がないと思われる。

b)　最終偏流速度を得るまでの時間

前進速度 U kt で運動しつつある船の正横から風速 W m/sec の風が吹き始めてから、任意時間経過後における偏流速度及び偏流速度が一定になるには如何程の時間経過を要するかを解

くには次の式がある。

$$t=\frac{1}{\alpha\cdot\lambda}\cdot\left\{\frac{\lambda+u}{2\sqrt{\lambda+v}}\cdot\log e\frac{(\sqrt{\lambda+v}-V)\sqrt{\lambda+v}+u+\sqrt{u^2+V^2}}{(\sqrt{\lambda+v}+V)\sqrt{\lambda+v}-u-\sqrt{u^2+V^2}}\right.$$

$$\left.+\frac{u-\lambda}{\sqrt{\lambda-v}}\tan^{-1}\frac{\sqrt{\lambda-v}\,(u+\sqrt{u^2+V^2}-V)}{(\lambda-v)+V(u+\sqrt{u^2+V^2})}\right.$$

t……時間

$$\alpha=\frac{a\cdot A\cdot g}{M}$$

$$b=\frac{\beta\cdot B\cdot g}{M}w^2$$

$$\lambda=\sqrt{\left(\frac{2b}{a}\right)^2+V^4}$$

$$u=V^2+\frac{2b}{a}$$

$$v=\frac{2b}{a}$$

$g=9.81\ \mathrm{m/sec^2}$

M……船の質量

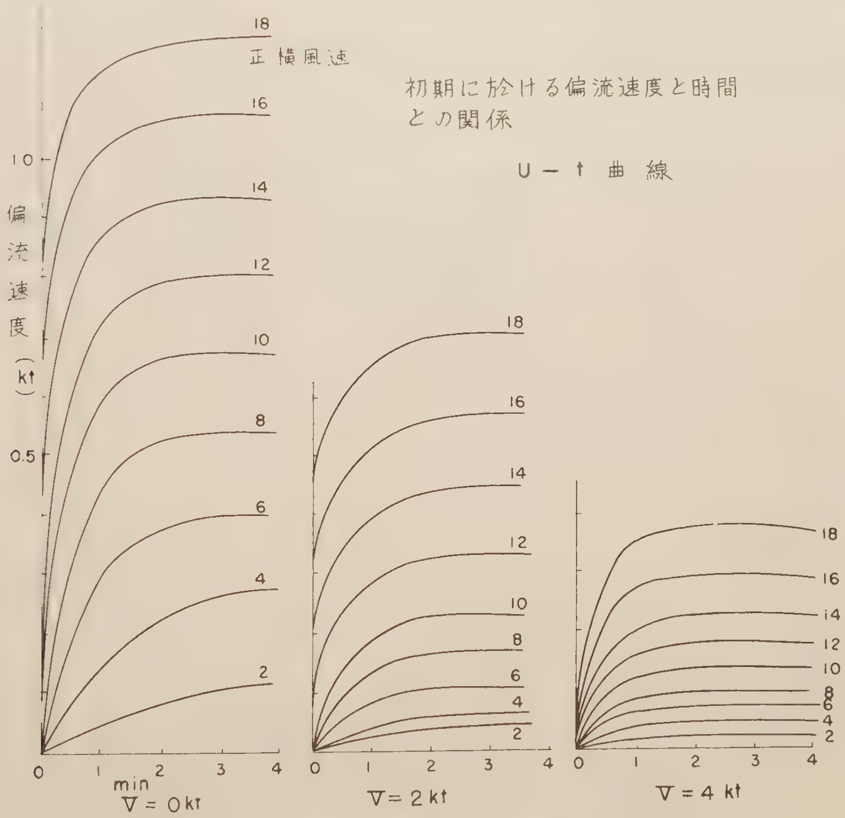
海軍の計算によると、最終偏流速度 U_m の 90% に達するまでに要する時間 t は $V=8$ kt 以上では極めて小さい。第 125 図にみられるように同一強度の正横風速に対し、前進速度 V が大なる時は小なる時に比して最終偏流速度 U_m が小さいが、同時にこの最終偏流速度に達するに要する時間も急激に減ずることがわかる。換言すれば前進中は正横風圧の影響は忽ち起るけれども分量は甚だ小さいのである。これに対して 2 kt 以下の低速度及び漂流中 ($V=0$) のような場合には、正横風圧の影響は大であるが、その全効果のあがるまでには 1 分間以上数分間乃至 10 分間の時間経過が必要である。なお、t は排水量 M の大なる程永く、B/A が大なる程短くなる。従つて、Trawl 船の場合 t なる時間は無視して差支えない程度の短いものであろう。即ち、すぐ最終偏流速度近くなるとみてよいであろう。

以上 a)、b) より考えて風による偏流については Trawl 船の場合殆んど問題にしなくてもよく、寧ろ風によつて生ずる海表面流及び波浪による影響が大であろう。しかし、風圧による船体の旋回力は一応考慮すべき問題と考えられる。船首尾線と風向とのなす角 θ が 90 度より小さい場合は、風圧力の作用点 (風圧中心) は船長中央より前に偏し、90°～180° の場合それより後方に偏する。

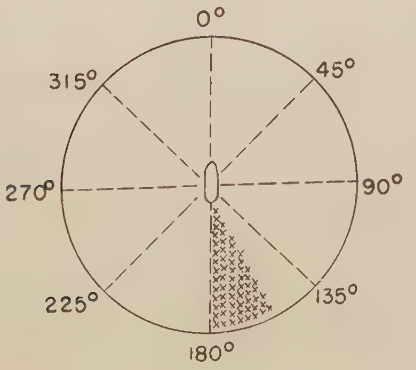
曳網中曳索張力による船体旋回力は船首を右に旋回しようとする場合が大部分であるから、これを打消するための旋回力を得る風の方向は 180°～280° の間即ち左舷後方から受けて曳網すると当舵量がその分だけ減ずることになる。しかし、風が大なる場合、それによつて生ずる

海面流を考えるとこの影響の方が大となるので、潮流の場合と同様 90°～180° の間で受けるべきであろう。

結局風が強い場合、即ち風によつて生ずる海表面流が潮流より強い場合は風を右舷船尾より受けて曳くのがよく、更に潮については後述する。



第 125 図　*U*—*t* 曲線

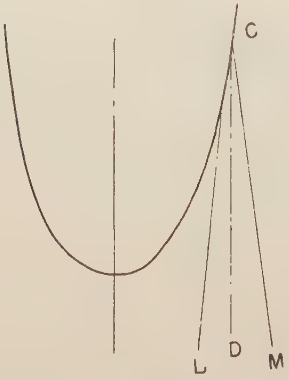

0°
45°
90°
135°
180°
225°
270°
315°

第 126 図

3.　曳網中における船尾形状と曳索との関係による船尾旋回力の増減について

第 25, 26 表で明らかなように、$\theta_W=-3^\circ$ の場合船尾側曳索は船尾外舷に接する。この場合の β は -9.5° となる。従つて、θ_W がこれ以上負の方に大きくなると、β も次第に負の方に大となり、船尾側曳索は船尾外板曲面に添う形となる。

(i)　両曳索中心線が船首尾線と平行になる場合



第 127 図

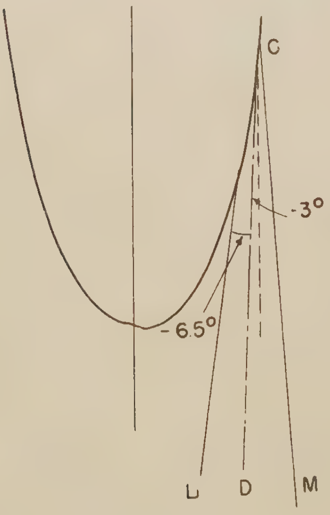
CD……両曳索中心線

$\angle LCM=13^\circ$　即ち $\theta_W=0^\circ$　$\beta=-6.5^\circ$

この場合は CL 船尾外板には触れないので張力は総べて C 一点で船体にかかる。従つてこの場合は第 26 表の ⑭ になり当舵量は

左舵　(1°—30′)
～(2°—00′)　となる。

(ii)　両曳索中心線が船首尾線と -3° になる場合



第 128 図

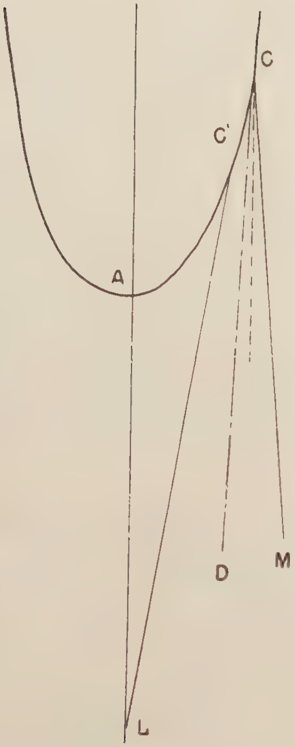
この場合船尾側曳索は船尾外板に接してはいるが屈曲はせず直線で伸びているので、一応張力は C 点で船体にかかつていると見て良い。

$\theta_W=-3^\circ$

$\beta=-9.5^\circ$

従つて当舵量は曳索中心線が船首尾線と -3° の交角の場合と同じ

左舵　(8°—12′)
～(11°—00′)



第 129 図

(iii)　両曳索中心線が船首尾線と $-4°$ になる場合

$$\theta_W = -4°$$

$$\beta = -10.5°$$

この場合船尾側曳索は船尾外板 C′ で屈曲して伸びる。従つて船尾側曳索の張力は C′ 点で船体にかかる。船首側曳索は Towing Block の C 点で船体にかかる。両曳索による船首旋回力とその当舵量の関係は次のようになる。

船首尾線と C′L との交点を L とする。

$$\mathrm{GA}+\mathrm{AL}=66+35=101\ (\text{呎})$$

$$A=42\ \text{平方呎} \qquad v=7\ \mathrm{kt}$$

前掲の式より

$$P\sin\theta_1\,\mathrm{GL}=1.6\,Av^2\sin 2\alpha\cdot\mathrm{GA}$$

○船尾曳索によるもの

$$\sin 2\alpha_1=\frac{P\sin\theta_{A_1}\,101}{1.6\,Av^2\times 66}=0.146\sim 0.184$$

$$\alpha_1=(4°\text{—}13')\sim(5°\text{—}18')\cdots\cdots\text{左舵}$$

○船首側曳索によるもの

曳索と船首尾線との交点を 0 とすると、

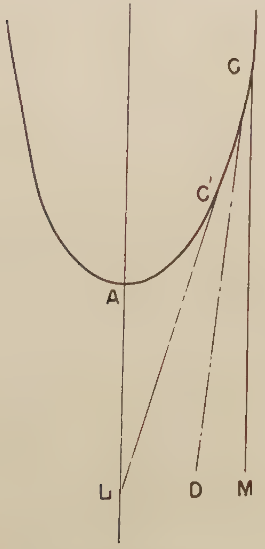
$$\mathrm{GO}=176\ \text{呎} \qquad \theta_{F1}=2.5°$$

$$\sin 2\alpha_2=\frac{P\sin\theta_{F1}\,176}{1.6\,Av^2\times 66}=0.0668\sim 0.08401$$

$$\alpha_2=(1°\text{—}55')\sim(2°\text{—}24')\cdots\cdots\text{左舵}$$

従つて、両者の和が当舵量の総べてとなる

$$\alpha=\alpha_1+\alpha_2=(6°\text{—}8')\sim(7°\text{—}42')$$



第 130 図

(iv)　両曳索中心線が船首尾線と $-6.5°$ になる場合

$$\theta_1 = -6.5°$$

$$\beta = -13°$$

この場合船首側曳索は船首尾線と平行となる。

船尾側曳索は船首尾線と L で交わる。

$$\mathrm{GA}+\mathrm{AL}=66+19=85\ (\text{呎})$$

○船尾側曳索による船首旋回力と当舵量の関係

$$\theta_{A_1}=16°$$

$$\sin 2\alpha_1=\frac{P\sin\theta_{A_1}\,85}{1.6\,Av^2\times 66}=0.185\sim 0.238$$

$$\alpha_1=(5°\text{—}25')\sim(6°\text{—}53')$$

○船首側曳索による船首旋回力と当舵量

$$\sin 2\alpha_2=\frac{P\sin\theta_{F_1}53}{1.6\,Av^2\times 66}=0.0949\sim 0.119$$

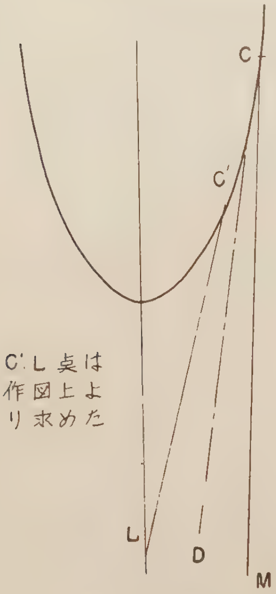
$$\mathrm{GO}=53\ \text{呎}\qquad \theta_{F_1}=12.5^\circ$$

$$\alpha_2=(2^\circ\text{—}48')\sim(3^\circ\text{—}25')$$

従つて、両曳索による船首旋回力を打消す当舵量は

$$\alpha=\alpha_1+\alpha_2=(8^\circ\text{—}13')\sim(10^\circ\text{—}18')$$

（v）　曳索中心線が船首尾線と -10° になる場合



第 131 図

$$\theta_1=-10^\circ$$

$$\beta=-13^\circ$$

この場合船首側曳索は船首尾線と -3.5° の交角となる。

船尾側曳索による船首旋回力と当舵量との関係

$$\mathrm{GA}+\mathrm{AL}=66+22=88\,(\text{呎})$$

$$\theta_{A_1}=15^\circ$$

○船尾側曳索による船首旋回力と当舵量

$$\sin 2\alpha_1=\frac{P\sin\theta_{A_1}88}{1.6\,Av^2\times 66}=0.183\sim 0.2308$$

$$\alpha_1=(5^\circ\text{—}17')\sim(6^\circ\text{—}44')$$

○船首側曳索による船首旋回力と当舵量との関係

$$\theta_{F_1}=-3.5^\circ$$

$$\mathrm{GA}+\mathrm{AL}=66+162=228\,(\text{呎})$$

$$\sin 2\alpha_2=\frac{P\sin\theta_{F_1}228}{1.6\,Av^2\times 66}=0.1119\sim 0.147$$

$$\alpha_2=(3^\circ\text{—}13')\sim(4^\circ\text{—}13')$$

従つて両曳索による船首旋回力を打消す当舵量

$$\alpha=\alpha_1+\alpha_2=(8^\circ\text{—}30')\sim(10^\circ\text{—}57')\cdots\cdots\text{左舵}$$

以上 (i)～(v) で述べたように、$\theta_1=-3^\circ$ の場合までは船尾側曳索は船尾外板に触れるだけで曳索は飽迄 Otter Board まで直線であるが、θ_1 がそれ以上負の方に大きくなると曳索の屈曲が起り、船尾側曳索による船首旋回力は特別なものとなる。それを示すと第32表のようになる。

第　32　表

項目 / θ_1	曳網中心線で計算した場合の当舵量	船首、尾曳索とを分離した時の当舵量	減少した当舵量
-4°	$(9^\circ\text{—}53')\sim(13^\circ\text{—}24')$	$(6^\circ\text{—}8')\sim(7^\circ\text{—}42')$	$(3^\circ\text{—}45')\sim(4^\circ\text{—}18')$
-6.5°	$(13^\circ\text{—}00')\sim(18^\circ\text{—}00')$	$(8^\circ\text{—}13')\sim(10^\circ\text{—}18')$	$(4^\circ\text{—}17')\sim(7^\circ\text{—}42')$
-10°	$(16^\circ\text{—}41')\sim(23^\circ\text{—}34')$	$(8^\circ\text{—}30')\sim(10^\circ\text{—}57')$	$(8^\circ\text{—}11')\sim(12^\circ\text{—}37')$

これ等のことから考えて、潮流のみによる偏流のため θ_1 が負になつた場合は当舵量は減少している。しかし、風圧によりこのようになる場合については後述する。風圧なき場合は当舵量が少なくなるような船尾形状が研究されてよいであろう。

4. 曳網針路と風向（速）、潮流向（速）とによつての網成りの特性

（i） 潮流だけある場合

前述したように、$\theta=20^\circ$ より船首方向を定めて曳網を始めた場合は第 33 表に示した通り最少 185 m，最大 655 m の処より曳船の軌跡と網の軌跡とが完全に一致し直線に曳網される。その点までは指数曲線の複合した曲線を通つて網は進む。この間は全曳網距離の約 1/72～1/22 程度であるから特に考慮の要はないであろう。但し、先に述べた通り網成りは対水速度によつて影響する処大であるから一応検討を要する。

なお、1艘曳式中層曳網の変針後は同様の経過をたどるので、SONAR による探知魚群をね

第　33　表

流速	流向	曳網開始点ヨリ直線曳網状態ニナル迄ノ距離	予定曳網線ヨリ直線曳網状態ニナル迄ノ横距離	直線曳網状態ニナツタトキノ船首尾線ト曳索中心線トノ角	当舵	
					左	右
〇・五節	0°	300 m	75 m	0°	1°-30′～ 2°-00′	
	45°	640	35	2°	8°-12′～11°- 2′	
	90°	380	35	3°	6°-50′～10°-00′	
	135°	400	40	3°	〃	
	180°	375	65	0°	1°-30′～ 2°-00′	
	225°	575	105	−3°	9°-40′～13°-00′	
	270°	420	110	−4°	9°-53′～13°-24′	
	315°	325	100	−2°	6°-27′～ 8°-40′	
一・〇節	0°	290	90	0°	1°-30′～ 2°-00′	
	45°	265	35	5.5°	5°-40′～ 7°-30′	
	90°	420	0	6°	5°-15′～ 7°- 1′	
	135°	490	18	4°	6°-46′～ 9°- 5′	
	180°	490	68	0°	1°-30′～ 2°-00′	
	225°	585	130	−5°	11°-06′～15°-00′	
	270°	480	155	−7°	13°-20′～18°-20′	
	315°	355	110	−5.5°	12°-48′～16°-00′	
二・〇節	0°	250	90	0°	1°-30′～ 2°-00′	
	45°	185	−5	12°	0°-22′～ 0°-29′	
	90°	390	−70	13°		0°-20′～0°-30′
	135°	510	−35	8°	0°-16′～ 4°-22′	
	180°	655	60	0°	1°-30′～ 2°-00′	
	225°	600	185	−9°	15°-40′～21°-35′	
	270°	430	230	−14°	21°-00′～30°-00′	
	315°	275	195	−12°	19°- 9′～27°-49′	

らう場合は特に網の軌跡をこの魚群に一致させるよう操船しなければ漁獲をあげられない。

船首方向に近い方向から潮流を受ける場合は、曳船の対地速度即ち網の対地速度は低下する。船首尾線以外より潮を受ける場合網の対水速度は増大する（第 32 表）。しかし、船首尾線よりの場合対水速度は大差ない筈である。従つて、網も同様である。同様船尾附近より潮流を受けた場合も対水速度は大差ないが対地速度は増大する。

以上のことから網成りそのものは潮を船首尾線から受ける場合のみ平面的に大した影響を受けないとみてよいであろう。但し、斜め前、後方向から受けた場合は直線曳網になつた後船首尾線と曳索線とが角度を持つ。特に真横から潮を受けた場合は特にこの角度が大となる。その中左舷から受けた場合の方が右舷から受けた場合より大となり、当舵量も大となる。当舵は前進力の減少となるので右舷から受けるべきであろう。

以上網の対地速度の変化があることは網成りにも一応変化があるといえる。しからば、対地速度が増大し対水速度が変らない又変形しない船尾後方より、その中でも正船尾又は右舷船尾から潮流を受けるのがよいといえる。

潮流のみの場合船首尾線方向から流れを受ければ、曳網速度及び曳船、網の対水速度は安定しているので網高さも安定している。但し、以上は海面も海底も潮流速度が等しい場合である。

（ii） 風だけある場合

風が或る時間連続して吹くことにより、海表面流が発生することは漁研技報第 6 号に述べた。但し、あくまで表面流であつて網のある中層及び海底までは達しない。従つて、風に逆つて曳網する場合、曳船の対水速度は大となるが逆に対地速度は減少している。網の対地速度も同様低下する。自然網高さも大となる。

逆に船尾附近より受ける（順風曳網）場合、曳船の対水速度は減少するが対地速度は増大しているので、網の対地対水速度も増大するから網高さは低下する。これらについては既に漁研技報第 12 号に述べた通りである。

a） 船首附近から風を受けて曳網する場合

風が連吹すると必然的に波浪が生ずる。一応風向と波の方向が同じであるとすれば、船首方向から風（波）を受ける逆風曳網の場合は波と船体とが出会う周期（T）は次式で求められる。

$$T=\frac{l}{v+V\cos\theta}$$

l……波長 m

θ……船の進航線と波の方向との交角

v……波速 m/sec

h_m……波高 m

V……船速 m/sec

東支那海における風速と波速、波長、波高を計算* すると第 34 表のようになる。

---

* 二艘曳機船底曳網漁業に於ける「寄せ」「寄せ漕ぎ」及び揚網中の船と網との推移関係。漁研参考資料（プリント）葉室 28.3.

第　34　表

W m/sec	0	2	4	6	8	10	12	14	16
V m/sec	0	1.6	3.2	4.8	6.4	8.0	9.6	11.2	12.8
l m	0	1.64	6.65	14.7	26.0	40.96	59.0	81.0	102.0
h m	0	0.065	0.27	0.59	1.04	1.63	2.36	3.2	4.08

仮りに V を 1.5 m/sec (3.0 kt) で一定とすれば、上式より $\theta=0°\sim90°$ の 15° 毎について求めてみると第 35 表のようになる。

第　35　表

	θ° W m/sec	90°	75°	60°	45°	30°	15°	0°
T	8	4.0 sec	3.8 sec	3.6 sec	3.4 sec	3.3 sec	3.2 sec	0
	10	5.1	4.9	4.6	4.5	4.4	4.3	0
	12	6.1	5.9	5.7	5.5	5.4	5.3	0
	14	7.2	7.0	6.8	6.6	6.4	6.3	0
	16	8.0	7.7	7.5	7.3	7.2	7.1	0

前表は曳船速度 $V=1.5$ m/sec で一定と仮定した場合である。実際は波浪と船体が衝突するため曳船速度は低下する訳である。

$\theta=0°$ より両舷へ 45° までが特にその低下量が大きくなる。しかし、いずれも 3～7 秒で極く短時間であるので平均した低下となるようにも考えられるが、具体的に検討すると第 34 表に示すように波高が $W=8$ m/sec 以上 16 m/sec になると 1～4 m にもなるので船体のピッチングが当然起る。例えば船首が上向いている時に出会う場合と下向きに突込んだ場合の出会いとではその衝撃程度も大いに異なると思われる。

勿論船首が下に突つ込みつつ波浪の傾斜面と船首外板とが平行して然も真正面からぶつつかるような出会いの時の衝撃が大であろう。この時の船速の低下は又大であると考えられる。このような出会いは第 35 表の出会い周期より大となるであろう。このことは又当然曳船の対地速度も不安定となり遅速が生ずるであろう。29 年度夏の実測では、遅い時は 1 kt 速い時 2.0 kt 程度の変動を生じている。この時の風力はビューフォード階級 5 (6～10 m/sec) で、$\theta=0°$ 附近の場合である。

網高さは当然曳船速度の遅速がその儘網の遅速となり網高さが上下している。曳船速度が遅くなつた時網高さは大となつている。この上下周期は 5 分間前後であつた。測定器の遅れもあるにはあるが、大体前記の周期とみてよいであろう。高い処から低い処まではその 1/2 であるから、2～3 分間程度となる。従つて、最大の衝撃となる波浪と船体傾斜（縦方向）との出会いは、凡そ 2～3 分間毎にあつたとみてよい。当然その中間にも小さい遅速は生じていた。又網高さ記録の高い方から低い方への傾斜は急で（時間が短い）増大への傾斜は前者に較べて緩で

ある。これは、波浪との最大衝撃の場合は急激に速度が低下し網高さも急に低くなり、然も速度の恢復には時間を要し、除々に復元するからであろう。

逆風曳網と順風曳網の Trawl 網での網高さを比較例示すると第 36 表のようになる。

第　36　表

部位＼曳網法	逆風曳網	順風曳網	逆風曳網時の上下振幅
Square 前部	2.6 m	1.8 m	最大 3.4 m 最小 2.25〃　平均 0.7m
Square 後縁部	2.4 〃	2.1 〃	2.7 2.2　0.5
袖端部	2.25〃	1.8 〃	2.5 1.8　0.3

一見、逆風曳網時の網成りは上下運動があつて不都合とも考えられるが、唯一の特長は網高さが他の場合より高いということである。

魚群探知機記録でも明らかなように、時化の時は魚群の位置が海底から離れている。これを若干でもカバーする意味では或いは積極的に逆風曳網法を実施すべきかも知れぬ。即ちこの方法では一曳網間の曳網距離は短くなるが高さが大となる。しかし、網の Square 及び Baiting 部等の上下運動等で威嚇を受け入網を拒むような割合敏感な魚族には不適であるかも知れない。特に中層曳きの場合この点慎重に検討することが必要であろう。

b)　正横附近から風を受けて曳網する場合

90° 方向から風を受けた場合それによつて生ずる波浪との出会い周期は第35表に示したように、8～4 秒である。しかも、波高が 1.04～4.08 m である。今極く単純にこれを解析してみると次の通りである。仮に、1.5 m/sec (3 kt) の曳船速度を持つていたとすると波浪の谷から頂部までは $\frac{T}{2}$ であるから 4～2 秒となる。その間には 6～3 m 進む訳である。しかるに、波浪の高さが 4.08～1.04 m あるので、曳船がその波浪の傾斜に応じて押し上げられる、従つて実際の水平方向への前進量は 5～2.8 m となる、この場合の曳船速度は $\frac{5}{4} \sim \frac{2.8}{2}$ m/sec＝2.5～2.8 kt に低下する。

また波頂より波底に降下する場合もこの逆である。厳密に云えば曳船自体の速度 3 kt が波頂に昇る場合と降る場合とでは自ら多少減増するであろうが、一応平均値をとれば無視してよいであろう。これら水平方向への前進量の低下は海底（中層曳網では海中）にある網自体の速度低下となる。

このような意味で漁研技報第 6 号に示したような逆風、順風曳網の中間の高さを現出することになる。但し、正横の中いずれより風を受けた方が理想であるかが残された問題である。Trawl 船の構造上から風圧面積は大部分旋回中心 $G\left(\frac{L}{2}\right)$ より後方に大である。従つて、この場合風圧中心は G より船尾側になると思われる。風圧力によつて生ずる船首旋回力は

左舷正横から風を受ける場合

船首を左に旋回しようとする

右舷正横から風を受ける場合

船首を右に旋回しようとする。

両曳索張力による船首旋回力は殆んど右旋回力となつて現われるので、これを打消すためには左舷から風を受けた方が針路保持に要する当舵量が減じて、それによる曳網速度の低下が防げると思われる。しかし、一方風圧流が大となれば左舷から風を受けることは曳索を船尾に敷く格好となり、一見不都合のようではあるが、前にも述べたように当舵量も逆に減少するので拒む必要はないと考えられる。むしろ、右舷から風を受けると当舵量が増加するが、もし船体の風圧流が大となり外方に曳索が伸び船首尾線との交角が大となれば、第 26 表に示した①～⑤に当てはまり曳索張力による船首旋回力は左へ働くので風による旋回力と相反し相殺の関係となり当舵量が減少する。

結論として両者同様ということになるが、右舷から風を受けた方が曳索が船尾に敷かれることがないだけ有利であろう。いずれにしてもこの場合は船首は波頂及び波底の線と平行であるため船首保持がやや困難で、左右に船首を振る現象となるであろう。このことが網に直接伝わり網高さの大きな上下動ともなると思われる。

c) 船尾附近から風を受けて曳網する場合

この場合は殆んどが曳船の対地速度の増加に役立つ条件である。即ち風圧によるもの、風により発生する表面流、波浪によるもの等である。海表面流による場合は、曳船の対水速度はむしろ減少する。波浪との出会い周期は正船尾より波浪がくる場合次の通りである。

$$T=\frac{l}{V+u} \qquad u=1.5\ \mathrm{m/sec}$$

となる。

第 37 表

W m/sec	8	10	12	14	16
T sec	3.3	4.3	5.4	6.4	7.1

以上のことより曳船の対地速度は 3 者の中最大となり、当然網も同様で対地速度も増大する。従つて網高さは最低となる理屈になる。

又波浪による船尾への追迫による速度の変動は波浪と船との進行方向が同一であるから割合平均化されていると考えられる。このような曳網法では網高さは低いが、曳網距離が伸長するのでごく海底に接している魚族を対照とする場合は有利である。又游泳力の早い魚族を対照とする場合（特に中層曳き）には有利であろう。風を正船尾以外の後方から受ける場合は前項と同様右舷側から受けた方が有利である。

5. 船尾曳網の場合

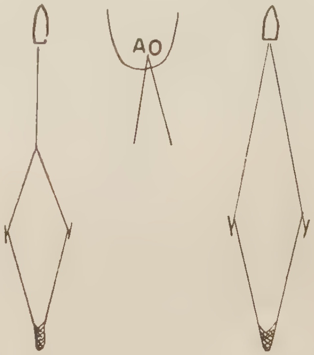
正船尾から第 132 図のように曳網する場合船首保持のために要する当舵量を求めると次のようになる。この場合船尾での両曳索の会合点 0 と舵の位置 A 点とは水平面的に同一位置と仮定する。

$$P\sin\theta_1\cdot GO=1.6Av^2\sin 2\alpha\cdot GA$$

$P=3300\sim4400$ ポンド

$GO=GA$

$$\therefore\quad \sin 2\alpha=\frac{P\sin\theta}{1.6Av^2}$$



第 132 表

$P=3300$ ポンドの場合

$$\sin 2\alpha=\frac{3300}{3293}\cdot\sin\theta$$

$$\fallingdotseq\sin\theta$$

従つて

第 38 表

θ_1	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0
2α	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0
α	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

$P=4400$ ポンドの場合

$$\sin 2\alpha=\frac{4400}{3293}\sin\theta$$

$$=1.3\sin\theta$$

従つて

第 39 表

	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0
$\sin 2\alpha$	0.445	0.403	0.359	0.315	0.270	0.226	0.182	0.136	0.089	0.045	0
2α	26°-26′	23°-46′	21°-4′	18°-22′	15°-40′	13°-4′	10°-36′	7°-51′	5°-9′	2°-36′	0
α	13°-13′	11°-53′	10°-32′	9°-11′	7°-50′	6°-34′	5°-15′	3°-55′	2°-35′	1°-18′	0

船尾曳網法と従来の Side 曳網法との針路保持に要する当舵量を比較すると第 40 表のようになり船尾曳網法の場合が遙かに有利である。

第 94～101，103～110，112～119 図に示すように、θ の極限値は $+13°\sim-14°$ である。

$\theta=+12.5°$ の時丁度 0 と G が一致するので、この附近の θ の時のみ従来の曳網法が当舵量が少なくて済む。次に $\theta=-14°$ の場合前者 22°-48′ 又 36°-4′ に対して、後者では 7°-00′ 又 9°-11′ にしかすぎない。

第　40　表

項目 θ	P=3300 ポンドの場合				P=4400 ポンドの場合			
	従来の曳網法		船尾曳網法		従来の曳網法		船尾曳網法	
	α	左右別	α	左右別	α	左右別	α	左右別
20°	6°—00′	右舵	10°—00′	右舵	8°—25′	右舵	13°—13′	右舵
18°	4°—36′	〃	9°—00′	〃	6°—19′	〃	11°—53′	〃
16°	2°—53.5′	〃	8°—00′	〃	3°—51′	〃	10°—32′	〃
14°	1°—3′	〃	7°—00′	〃	1°—24′	〃	9°—11′	〃
12.5°	0°	中央		〃	0°—00′	中央		〃
12°	0°—22′	左舵	6°—00′	〃	0°—24′	左舵	7°—50′	〃
10°	2°—35′	〃	5°—00′	〃	3°—26′	〃	6°—34′	〃
8°	3°—16′	〃	4°—00′	〃	4°—22′	〃	5°—15′	〃
6°	5°—15′	〃	3°—00′	〃	7°—01′	〃	3°—55′	〃
4°	6°—46′	〃	2°—00′	〃	9°—5′	〃	2°—35′	〃
2°	8°—12′	〃	1°—00′	〃	11°—2′	〃	1°—18′	〃
0°	1°—30′	〃	0°—00′	中央	2°—00′	〃	0°—00′	〃
−2°	6°—27′	〃	1°—00′	左舵	8°—40′	〃	1°—18′	〃
−4°	9°—53′	左舵	2°—00′	〃	13°—24′	〃	2°—35′	左舵
−6°	12°—27′	〃	3°—00′	〃	17°—4.5′	〃	3°—55′	〃
−8°	14°—24′	〃	4°—00′	〃	19°—53′	〃	5°—15′	〃
−10°	16°—41′	〃	5°—00′	〃	23°—34′	〃	6°—34′	〃
−12°	19°—9′	〃	6°—00′	〃	27°—49′	〃	7°—50′	〃
−14°	22°—48′	〃	7°—00′	〃	36°—4′	〃	9°—11′	〃
−16°	24°—52′	〃	8°—00′	〃	当舵効	〃	10°—32′	〃
−18°			9°—00′	〃	力ガ負ケル	〃	11°—53′	〃
−20°			10°—00′	〃			13°—13′	〃

従つて問題なく船尾曳網法が有利である。θ の大きさは殆んどの場合この範囲より大きくなることは少ないと考えられる。

6. 操業法

(i) 曳網開始後（又は変針後）ある時間（大和丸の例では 2.4～8.3 分間）経過した後は船首方位と或る角度（θ_1）を持つた線上を曳船、網ともに直進する。

このことから魚群探知機で記録した線上を網も必ず通過していることになる。魚群探知機に記録された魚群は必ず（魚群が移動しなければ）網で 1.9～9.3 分間（大和丸の例）後にカバーされるので入網の対称となり入網魚量が推定できる。

また、中層曳網漁法の場合 SONAR が実用されるようになつた時は曳船を魚群に指向させては殆んど入網のチヤンスは無いことになる。

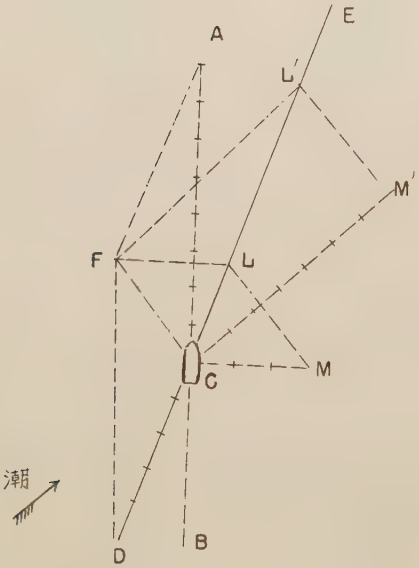
(ii) 曳網線は船首方位と必ずしも一致しない。

前述したように、外力（潮、風）の影響により殆んどの場合一定針路においては船首方位と或る角度を保持して曳船、網は直進する。しかし、曳船の運行線と網の運行線とは前述のように一致する。その時曳船は必ず両曳索の2等分線の延長線方向に進んでいる。従つて、逆に作図より潮及び外力の曳船に与える力の綜合された力を見出すことが可能となる。

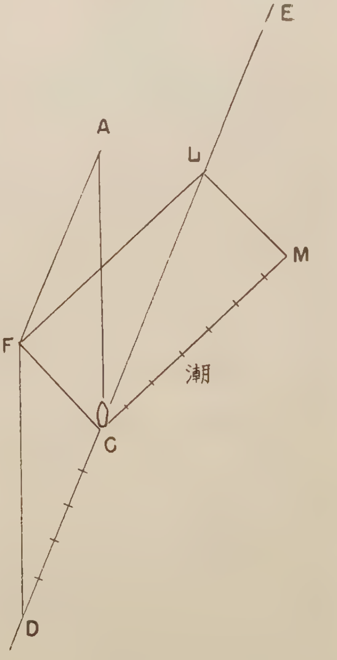
例えば第133図に示すように、BAを船首尾線とし、CDを両曳索の2等分線とすれば、船の実際の進行方向は $\overrightarrow{DCE}$ となる。今、船の独航時の速度を8ktとしてそれと同じ回転数で曳網することにより3ktに低下したとすると、外力の影響がなければ船は $\overrightarrow{CF}$ 方向に進むべきである。しかし、実際は $\overrightarrow{CE}$ 方向であるから、CよりABに垂線CMを立FよりCMに平行線を引きCEとの交点をLとすれば $\overrightarrow{CL}=\overrightarrow{CF}+\overrightarrow{CM}$ となり、$\overrightarrow{CM}$ が結局曳船に与える外力の綜合された分力となる。

CM＝3ktに比較する横に働く力ということになる。

今、もし潮流だけで風及び波がないとすれば、潮流の方向か又は潮流速かの中一つを知ることで他の要素を解くことができる。潮流速度を船で測定することは甚だ困難であるが、潮流方向を知ることは大して困難ではない。



第133図



第134図

今、潮流方向が判明したとすれば、仮りに左舷135°方向から潮が来ているとすれば第134図に示すようにCM′が潮の分力である。

潮は 7.0 kt あるということになる。

一歩進んで潮流方向とその速度が判明したから、予定針路を曳網させるよう船首方位を変更できる。即ち第134図のように $\overrightarrow{CM}$ を潮流ベクトルとし、$\overrightarrow{DCE}$ を曳網したい線とし、$CL \doteqdot CA$ と見做せば CL=8 ととることが可能である。次に $\overrightarrow{CL}$ を分解すると $\overrightarrow{CM}+\overrightarrow{CF}=\overrightarrow{CL}$ となる。$\overrightarrow{CF}$ は $\overrightarrow{CD}$, 曳索張力要素を 5.0(kt) とすれば自ら A 点が求められる。CA が求めたい船首方位となる。即ち、船首方向を CA に保てば網は希望の $\overrightarrow{CE}$ 方向に或る時間後（1.9〜9.3 分間）進む訳である。この場合 CA>CL であるが、僅かな減少に過ぎないから、CL=CA として作図しても差支えない。

次に風がある場合は、風圧、波浪及び海表面流等の綜合された外力が働くが、前述したように風そのものによる影響は割合少ないので一応無視して、海表面流を前記のように測定すれば一応近似的な船首方位を求めることが可能となる。

(iii)　魚群探知機による掃索範囲

(i) で述べたように、一応曳船直下方向の魚群は当然探知記録することが肝要であるが、(ii) で述べた方法を採れば近似的に必要線を曳網することができる、但し風がある場合は若干ずれる。

又1回魚群の位置を確認した後それを多方向から曳きまくるためには該魚群の位置に網を確実に通すことが必要である。

以上のことから、若干横方向の探索も可能な魚群探知機（指向角の大きいもの）と狭い範囲を探知する魚群探知機（指向角の小さいもの）とで広く探してその位置を確実に掴むことが Otter Trawl 網漁法では必要である。

中層曳網においては、特に中層のものをねらうのであるから、魚群の確実な水深及び位置を知る意味で2周波魚群探知機の適切な使いわけが肝要となる。

又将来 SONAR が使用されるようになれば、曳船と網との関係を特に変針時において正確に認識しておかねば確実な漁獲は不可能になる。

む　す　び

中層曳網法には1艘曳式と2艘曳式とがあり、自らその漁具は異なるがまた各々対称とする魚族によつて優劣があるように思われる。敏速な游泳活動をするものに対しては、運動性能の勝る1艘曳式が適当であり、海表面極く近く群泳するものに対しては、曳船による魚群の散乱を防ぐ意味から2艘曳式が適当であるかも知れない。

いずれにしても、本漁法を実施するには有効適切な艤装を施して、網の投揚の時間を短縮し、曳網中は網の深さを速やかに魚群の深さに誘導するための、曳索伸縮法の機械化（船橋での遠隔操作）及び曳索長の船橋内指示装置等の設備を最も必要とする。

また、測定器類にしても遠隔式網深さ測定装置を改善して前記の目的を果すような自動制禦

方式にもつてゆかねばならない。この意味で現在Ⅲ型を設計試作しているので次回に2艘曳式中層曳とともに報告する予定である。

本報告は1艘曳式中層曳網のある設計になる網及び副漁具を基として、その真の姿をあらゆる角度から考察して、今後の参考に資した。

実験に際し御協力戴いた日魯漁業株式会社企画部上野部長、寺瀬課長、今井社員並びに、稚内底曳部の塚谷正次氏と漁安丸乗組の方々に感謝する。また、遠隔式中層曳網深度測定装置の製作に当られた古野電気株式会社並びに藤原潤一氏に感謝する。

文献

1) 葉室親正：中層曳網漁具漁法の計測による解析、漁船研究室（プリント）、水産庁、(May, 1958).

2) 葉室親正：トロール漁業に於ける曳船と網との運動する軌跡並びにそれ等の附帯予項に就いての考察、漁船研究室（プリント）、水産庁、(April, 1955).

3) 航法参考資料第3号、前進中及び標泊中に於ける正横風圧に基く偏流、海軍、昭和8年4月。

4) 薬室親正：二艘曳機船底曳網漁業に於ける「寄せ」「寄せ漕ぎ」及び揚網中の船と網との推移関係，漁船研究室（プリント）、水産庁、(March, 1953).

既刊報告

漁船研究技報第1号

漁船研究技報発刊に際して…………(1)
漁船研究機関設置の経緯…………(2)
漁船用試作捩り動力計について（推進能力研究 第1報）…………(11)
漁艙防熱装置の研究（第1報）…………(31)
漁船機関高速軽量化実地研究試験成績…………(56)
磁気羅盆に関する研究（随伴角の問題）…………(71)
磁気羅針儀簡易検定装置の研究…………(83)

漁船研究技報第2号

漁船研究技報第2号刊行に際して…………(1)
漁船研究の事業概況…………(2)
漁船用試作捩り動力計について（推進能力研究 第1報）…………(4)
漁艙防熱装置の研究（第2報）…………(11)
二、三の船型試験成績について（水槽試験報告 第1報）…………(19)
和船型実験船の計画概要について（小型漁船性能改善研究 第1報）…………(30)
機関の微速運転とシリンダー摩耗について…………(40)
磁気羅針儀羅牌の研究…………(69)
磁気羅針儀実験室について…………(33)
魚群探知機に関する研究（周波数に関する研究）…………(90)
魚群探知機に関する研究（油の超音波特性に及ぼす影響 第1報）…………(98)
魚群探知機に関する研究（整流覆の送受波器に及ぼす影響）…………(100)

漁船研究技報第3号

漁船研究技報第3号刊行に際して…………(1)
漁船研究室の事業概況…………(2)
二型動力計による漁船試験成績について（推進能力研究 第3報）…………(1)
漁艙防熱装置の研究（第3報）…………(11)
和洋折衷型実験船の概要について（小型漁船性能改善研究第4報）…………(19)
和船型実験船「あかつき」の海上実験成績について（小型漁船性能改善研究 第2報）…………(35)
積層材構造の耐水木材の性能について（小型漁船性能改善研究 第3報）…………(47)
船型試験成績について（水槽試験成績 第2報）…………(57)
漁船機関シリンダー等の摩耗について（第2報）…………(87)
磁気羅盆に関する研究（随伴角に関する実験）…………(111)
磁気羅盆経年変化の一例…………(131)
二艘曳機船底曳網漁業用魚量計について…………(139)
曳航式中層遠隔水温計の試作研究…………(159)
魚群探知機に関する研究…………(177)

漁船研究技報第4号

漁船研究技報第4号刊行に際して……………………（ 1 ）
漁船研究室の事業概況……………………（ 2 ）
船型試験成績について（水槽試験成績 第3報）……………………（ 4 ）
改2型動力計による「白嶺丸」の試験成績について（推進能力研究 第4報）……………………（ 18 ）
和洋折衷型実験船「ちどり」の海上実験成績について（小型漁船性能改善研究 第5報）……………………（ 25 ）
和船型木造漁船の撓みについて（小型漁船性能改善研究 第6報）……………………（ 31 ）
漁船機関シリンダー等の摩耗について（第3報）……………………（ 49 ）
磁気羅盆に関する研究（制振特性について第1報）……………………（ 83 ）
舶用精密空盒気圧計の試作研究……………………（102）
二艘曳機船底曳網漁業用魚量計について（第2報）……………………（112）
魚群探知機に関する研究……………………（125）

漁船研究技報第5号

漁船研究技報第5号刊行に際して……………………（ 1 ）
漁船研究室の事業概況……………………（ 3 ）
運搬漁船の船型試験成績について（水槽試験成績 第4報）……………………（ 7 ）
和船型木造船の撓みについて（小型漁船性能改善研究 第7報）……………………（ 27 ）
神鷹丸の舵軸捩力率試験について……………………（ 39 ）
漁船機関のシリンダー等の摩耗について（第4報）……………………（ 49 ）
磁気羅盆に関する研究（制振特性について 第2報）……………………（ 67 ）
底曳網用自記式網高さ計、G.R. 展開計及びそれらの実験結果について……………………（ 73 ）
魚群探知機の装備に関する研究……………………（141）
　Ⅰ. 船底突出型整流覆の形状に関する研究……………………（141）
　Ⅱ. 船底気泡層に関する研究……………………（149）
魚群探知機の記録像より見た海底地形の忠実性について……………………（155）
D.S.L　の超音波伝播持性に及ぼす影響に関する研究……………………（167）
魚群探知機によるコンブ群落の探知に関する研究……………………（167）

漁船研究技報第6号

晴和丸の船型試験成績及試運転成績……………………大津義徳、横山信立、小林　務……（ 3 ）
積層梁曲材の強度試験……………………大津義徳、和田正三……（ 15 ）
漁船機関のシリンダー等の摩耗について……………………清水三郎、草間喜代松、三浦喜晃、石渡　晃……（ 27 ）
自記式網高さ計 G.R. 展開計とそれらのトロール網に就ての実験結果
　……………………熊凝武晴、葉室親正、石井謙治……（ 41 ）
海水中に於けるミリメーター波超音波伝播特性並びに魚群探知実験
　……………………橋本富寿、西村　実、間庭愛信……（ 93 ）
音響測深より求めた海底地形と海底実形との対比について……………………橋本富寿、西村　実……（105）
魚群体の超音波反射損失と反射波の性質……………………橋本富寿、間庭愛信……（113）

漁船研究技報第7号

軽合金漁艇による船体強度実験……和田正三……(1)

漁船機関のシリンダ等の摩耗について―VI（クローム鍍金シリンダの実地試験）……草間喜代松、山田敏夫……(13)

漁船機関のシリンダ等の摩耗について―VII（部分クローム鍍金シリンダの実験）……草間喜代松、山田敏夫……(23)

漁船機関のシリンダ等の摩耗について―VIII（冷却水温度の影響）……三浦喜晃、石渡　晃……(37)

磁気羅盆に関する研究―V（制動液とダンパーに関する実験 第1報）……石井謙治、鈴木　裕……(53)

磁気羅盆に関する研究―VI（試作極地用磁気羅盆の実験 第1報）……石井謙治、鈴木　裕……(75)

漁船研究技報第8号

蒼鷹丸の可変節推進器試験……横山信立……(1)

木造以西底曳網漁船の船型試験成績……小林　務……(11)

鮭鱒流刺網用計測器（自記式網深さ計、自記式網地長さ計）と其等の実験結果について……葉室親正、石井謙治……(29)

カニ底刺網に対する自記式網深さ計並びに自記式網高さ計の応用計測について……葉室親正……(83)

100 kc 乃至 400 kc 超音波の伝播特性（久里浜湾口における冬期の実験）……橋本富寿、間庭愛信、西村　実……(103)

波長が mm となつた場合の魚体における超音波反射損失に関する研究……橋本富寿、間庭愛信……(113)

200 kc 超音波による簡易水平ソーナーの試作並びに海上実験……橋本富寿、菊池喜充、西村　実、間庭愛信……(119)

北洋鮭鱒漁場における魚群探知実験……橋本富寿、間庭愛信……(131)

カムチヤツカ西沿岸カニ漁場における魚群探知実験について……橋本富寿、西村　実……(151)

漁船研究技報第9号

漁船の復元性能についての一考察（その1）中型漁船について……土屋　孟…(1)

魚艙防熱材の研究……北村悌男…(63)

漁船機関のシリンダ等の摩耗について～IX（冷却水温度の影響その2）……三浦喜晃、草間喜代松、山田敏夫…(91)

自記式2点同時計測網高さ計（III型）並びにそのトロール網についての実験結果……葉室親正、石井謙治…(109)

波長が mm の程度となつた場合の魚体における反射損失に関する研究（2）……橋本富寿、間庭愛信…(165)

底魚用魚群探知機に関する研究 (1)（底魚用魚群探知機に関する技術的考察並びにその実験）……橋本富寿、間庭愛信…(175)

底魚用魚群探知機に関する研究 (2)（50 kc 魚群探知機による底魚探知実験）……橋本富寿、間庭愛信…(183)

底魚用魚群探知機に関する研究 (3)（200 kc 魚群探知機によるカニ探知実験）……橋本富寿、西村　実…(199)

超音波による DSL の研究 (2)……橋本富寿、間庭愛信…(209)

久里浜湾における水中騒音の測定……橋本富寿、西村　実…(219)

漁船研究技報第 10 号

漁船機関のシリンダ等の摩耗について—X（燃料の影響その 1）……清水三郎、草間喜代松…(1)
自記式 2 点同時計測網高さ計（Ⅲ型）の二艘曳機船底曳網についての実験結果……薬室親正…(19)
磁気羅盆に関する研究—Ⅶ（試作極地用磁気羅盆の実験第 2 報）……石井謙治…(41)
圧力計型水温計の試作研究……石井謙治…(55)
定置網に入るブリ魚群の騒音について……橋本富寿、西村 実、間庭愛信…(69)
24 kc と 200 kc 超音波による魚群探知の比較実験……橋本富寿、間庭愛信、西村 実…(79)
超音波の気泡層による減衰について……橋本富寿、西村 実…(87)
記録式簡易水平ソーナーの試作並に海上実験……橋本富寿、間庭愛信、西村 実…(95)

漁船研究技報第 11 号

木造漁船の人力操舵について……横山信立…(1)
和船型の船型試験成績……小林 務…(15)
空盒気圧計の振動実験……石井謙治…(29)
自記式鮪延縄用深さ計による鮪延縄漁具の水中における形状その他についての二、三の考察……薬室親正・石井謙治…(39)
海水中における 1Mc 超音波の伝播特性……橋本富寿・菊池喜充・間庭愛信・西村 実…(121)
魚体の超音波反射損失の研究（鰾の影響について）……橋本富寿・間庭愛信…(143)
海底、魚群よりの超音波の反射波形に関する研究……間庭愛信…(157)

漁船研究技報第 12 号

北欧型木造トロール漁船の船型試験……横山信立・小 林 務…(1)
以西底曳網漁船の海上実験報告（船体の部）……土 屋 孟…(27)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—XI（クローム鍍金シリンダの実用試験その 2）……清水三郎・草間喜代松・山田敏夫…(45)
新型網高さ計、網速度計、H. R. 及び G. R. 張力計とそれの二艘機船底曳網での実験結果……薬室親正・石井謙治…(61)
定置網用網深さ計とそれによる「登り」の網成り計測及び超音波（200 K.C.）による計測の試み……薬室親正・石井謙治・本多勝司…(85)
海中生物の発する超音波騒音について……橋本富寿・間庭愛信…(99)
東支那海における底魚用魚群探知機の実験……西 村 実…(115)
魚群探知機によるタラバガニの探知について……橋本富寿・西 村 実…(137)
14.5 kc 魚群探知機と尖鋭ビームを有する 200 kc 魚群探知機による同一海面に於ける測量図の対比……橋本富寿・間庭愛信…(149)

漁船研究技報第 13 号

木造小型トロール漁船の船型試験……横山信立・小林 務…(1)
木造小型トロール漁船の自航試験……横山信立・今成栄一…(21)
和洋折衷型木造実験船ちどりの船体たわみ試験について……土 屋 孟…(31)
底曳網用諸測定器を使用しての一艘曳機船底曳網の測定実験……薬室親正…(55)
魚体の超音波反射損失の研究（魚体の寸度と波長の検討）……間庭愛信…(81)
14 kc 音響測深機とそれと同一機構を有する試作極超音波音響測深機による海底記録像の比較……橋本富寿・間庭愛信・西村 実…(89)
Sonobuoy による魚群検知に関する一実験……橋本富寿・西村 実・間庭愛信…(95)
鰹鮪用魚群探知機の技術的考察とその試作ならびに海上実験……橋本富寿・間庭愛信…(103)

Contents of the Preceding Reports

Technical Report of Fishing Boat No. 1 1950

Upon publication of "Technical Report of Fishing Boat" (1)
Establishment of Fishing Boat Studying Organ (2)
Torsion Meter for Fishing Boat (1)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 1) (31)
Study to Make Fishing Boat Engine High Speed and Light Weight (56)
Study on Magnetic Bowl (Report No. 1) (71)
Study on Simplified Method of Observation of Magnetic Moment of Compass (83)

Technical Report of Fishing Boat No. 2 1951

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 2 (1)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory (2)
Trial Products of Torsion Meter for Fishing Boat (Study in Propulsion Efficiency Report No. 2) (4)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 2) (11)
Experiments of Model Ships (Tank Test Report No. 1) (19)
Outline of Plan of Japanese Type Test Boat (Study of Improvement of Smale Fishing Boat Report No. 1) (30)
Minimum Slow-Running of Engine and Wearing of Cylinders (40)
Study on Magnetic Compass Card (Report No. 1) (69)
On Magnetic Compass Laboratory (83)
Study on School Finder (90)
Study on School Finder (Influence of Oil on the Characteristics of Supersonic Wave, Report No. 1) (98)
Study on School Finder (The Effect of Vibrator Cover) (100)

Technical Report of Fishing Boat No. 3 1952

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 3 (1)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory (2)
Experimental Results on Actual Ships by No. 2 Type Torsionmeter (Study Propulsion Efficiency, Report No. 3) (1)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 3) (11)
On the Outline of an Experimental Boat Compromising Japanese and Foreign Type (19)
On the Trial Performances of the Japanese Type Experimental Boat "Akatsuki" (35)
On the Characteristics of Water Proof Laminated Wood (47)
Experimental Results of Ship Forms (57)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engines (Report No. 2) (87)
Study on Magnetic Compass Bowl (Experiments on Waked Angle) (111)
An Example of Durability of Magnetic Compass Bowl (131)

Catch Gauge for Two Boat Trawler ......(139)
Experiments on Manufacturing of Remote Control Towing Thermometer for Mid Water......(159)
Study on School Finder......(177)

Technical Report of Fishing Boat No. 4 1953

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 4......(1)
Outline of Business at Fishing Boat Laboratory ......(2)
Experimental Results of Ship Forms (Tank Test Results, Report No. 3) ......(4)
Experimental Results of the Actual Ship's Trial by the Improved No. 2 Type Torsion Meter (Study in Propulsion Efficiency Report No. 4) ......(18)
Trial Results of the Compromised Japanese and Foreign Type Experimental Boat "Chidori" ......(25)
Deflection of Japanese Type Wooden Fishing Boat......(31)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engines (Report No. 3) ......(49)
Study on Magnetic Compass Bowl (Damping character of Compass Card) ......(83)
Marine Aneroid Barometer......(102)
Catch Gauge for Two Boat Trawler ......(112)
Study on Fish Finder ......(125)
  I Trial Products of Fishing Boat Laboratory Type Small Fish Finder ......(125)
  II Characteristic of Ultrasonic Transducer in Mounting Tank ......(130)
  III Sounding by Fish Finder ......(134)
  IV Sounding of Artificial Schools, Sea Plants Fields by Fish-Finder ......(138)

Technical Report of Fishing Boat No. 5 1954

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 5......(2)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory ......(5)
Tank Test Results of Fish Carrier (Tank Test Results, Report No. 4) ......(7)
Deflection of Japanese Type Wooden Fishing Boat (Research on the Improvement of the Characteristics of small Fishing Boat) ......(27)
Rudder Torque Measurements of the Trawler "Shin-yo-maru" ......(39)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engine ......(49)
Study on Magnetic Compass Bowl ......(67)
Automatic Net-Height Meter and Automatic Ground Rope Indicator for Two-Boat Trawler and Results of Experiment for These Apparatuses......(73)
Mounting of Transducer of the Echo-Sounder ......(141)
  I Study on the Form of Projected Streamlined Cover ......(141)
  II The Bubble Layer under the Ship Bottom ......(149)
Reliability of Record of Shaps for Sloped Sea Bottom Obtained by Ultrasonic Echo-Sounder......(155)
Influence of D,S.L. on the Characteristics of Ultrasonic Wave Propagation ......(167)
Study on Detection of the Japanese Tang Field by the Ultrasonic Echo-Sounder ......(187)

Technical Report of Fishing Boat No. 6 March 1955

Experimental Results of Model Test and Actual Ships Trial of the "Seiwa-Maru" ……Yosinori Otsu, Nobutatsu Yokoyama, Tsutomu Kobayashi……(3)

Strength Test of Laminated Beam Knees ……Yoshinori Otsu, Shozo Wada……(15)

Wears of Cylinder etc. of Fishing Boat Engine-V ……Saburo Shimizu, Kiyomatsu Kusama. Yoshiaki Miura, Akira, Ishiwatari……(27)

Automatic Net-heigh Meter and Automatic Ground Rope Indicator for Trawler and Results of Experiment for these Apparatuses ……Takeharu Kumagori, Chikamasa Hamuro, Kenji Ishii……(41)

Propagation characteristics of High Frequency Ultrasonic in Sea Water ……Tomiju Hashimoto, Minoru Nishimura, Yoshinobu Maniwa……(93)

Reliability of Record for the Shape of Sea Bottom Obtained by ultrasonic Echo- sounder ……Tomiju Hashimoto, Minoru Nisimura……(105)

Ultrasonic Reflection Loss on Fish Shoal and Characteristics of the Reflected Wave ……Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa……(113)

(Appendix) Contents of the Preceding Reports ……(141)

Technical Report of Fishing Boat No. 7 January 1956

Structural Strength Investigation on Alminium Fishing Boat ……Shozo Wada……(1)

On Cylinder Wear in Diesel Engines VI (Results of porous chromium plated by practical use)……Kiyomatsu Kusama, Toshio Yamada……(13)

On Cylinder Wear in Diesel Engines VII (Cylinder of knurled and chromium plated partly) ……Kiyomatsu Kusama, Toshio Yamada……(23)

On Cylinder Wear in Diesel Engines VIII (Effect on temperature of Cooling Water) ……Yoshiaki Miura, Akira Ishiwatari……(37)

Study on Magnetic Compass Bowl-Report V (Experiments on Compass liquid and Damper)……Kenjl Ishii, Hiroshi Suzuki……(53)

Study on Magnetic Compass Bowl-Report VI (Experiments on High Latitude Compass Bowl, No. 1) ……Kenji Ishii, Hiroshi Suzuki……(75)

Technical Report of Fishing Boat No. 8 March 1956

Experiment of Controllable Pitch Propeller of the "Sōyō-Maru" ……Nobutatsu Yokoyama……(1)

Experimental Results of Model Tests for Wooden Two-Boat Trawler ……Tsutomu Kobayashi……(11)

Study on the Automatic Net Depth Meter, Automatic Net Length Meter for Salmon Gill Net and the Results of Measurement at Sea…Chikamasa Hamuro, Kenji Ishii……(29)

Study on the Automatic Net Depth Meter, Net Hight Meter for the Crab Tangle Net at its Practical Application ……Chikamasa Hamuro……(83)

Propagation Characteristics of High Frequency Ultrasound in Sea Water……Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa, Minoru Nishimura……(103)

Study on Reflection Loss of Ultrasonic Wave on Fish-body by Milimeter Wave ……Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa……(113)

Study on Simplified SONAR of 200 kc Ultrasound and its Field Test ……Tomiju Hashimoto, Yoshimitsu Kikuchi, Minoru Nishimura, Yoshinobu Maniwa……(115)

Experiment of Fish-finding at Fishing-Ground of Salmon in the North Pacific Ocean ……Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa……(131)

Study on Application of Echo-sounder for Fishing-ground of Crab at the Okhotsk Sea, Western Waters of Kamchatsker Peninsula…Tomiju Hashimoto, Minoru Nishimura……(151)

Technical Report of Fishing Boat No. 9 September 1956

A Note of Fishing Boat Stability (Report No. 1, Medium Type Boat)………… Tsutomu TSUCHIYA…(1)
Study of Fish Hold Insulation Materials …………Yasuo KITAMURA…(63)
Wears of Cylinder of Fishing Boat Engines--IX (Effect on Temperature of Cooling Water No. 2)…………Kikō MIURA, Kiyomatsu KUSAMA & Toshio YAMADA…(91)
Automatic Net-height meter Measuring Simultaneously two points of the Trawl Net, and Results of Experiments for these Apparatuses……Chikamasa HAMURO & Kenji ISHII…(109)
Study on Reflection Loss of Ultrasound Milimeter Wave on Fish-body………… Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA…(165)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 1) (Technical Examination and Experiment on Fish-finder for Ground-fish) …… Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA…(175)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 2) (Study on Finding of Ground-fish by 50 kc Fish-finder) ………… Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA…(183)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 3) (Study on Detection of Ground-fish by 200 kc Fish-finder) ………… Tomiju HASHIMOTO & Minoru NISHIMURA…(199)
Study of DSL by Ultrasonic Wave (2)…………Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA…(209)
Study on Measurement of Under-water Noises At Kurihama Bay …………Tomiju HASHIMOTO & Minoru NISHIMURA…(219)

Technical Report of Fishing Boats No. 10 April 1957

Wears of Cylinder of Fishing Boat Engine—X —Effect of Fuel Oil No. 1— …………Saburo SHIMIZU, Kiyomatsu KUSAMA…(1)
Analysis of Two-boat Trawling Net by Automatic Net Height Meter by Measuring Simultaneously Two Points of the Net …………Chikamatsu HAMURO…(19)
Study on Magnetic Compass Bowl —Report—VII (Experiments on Hight Latitude Compass Bowl, No. 2)…………Kenji ISHII…(41)
Study on Pressure-Spring Thermometer…………Kenji ISHII…(55)
Noise of Yellowtail When It Comes into the Set Net —Relation between the Noise and Amount of Catch —Relation between the Intensity of Noise and Weather— ………… Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISHIMURA, Yoshinobu MANIWA…(69)
Experiment on Difference between 24 KC Fish-finder and 200 KC Fish-finder ………… Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA, Minoru NISHIMURA…(79)
Effect of Bubble Layer on the Attenuation of Ultrasonic Wave…………Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISHIMURA…(87)
Study on Simplified Record Type SONAR and Its Field Test………… Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA, Minoru NISHIMURA…(95)

Technical Report of Fishing Boat No. 11 January 1958

On the Mannual Steering of Japanese Wooden Fishing Boats …………Nobutate YOKOYAMA…(1)
Series Model Tank Testes of Japanese Fishing Boats …………Tsutomu KOBAYASHI…(15)
Vibration Tests of Aneroid Barometer …………Kenji ISHII…(29)
Analysis of Tuna Long-line by Automatic Depth Meters ………… Chikamasa HAMURO & Kenji ISHII…(39)
Propagation Characteristic of 1 Mc Ultrasonic Sound in Sea Water………… Tomiju HASHIMOTO, Yoshimitsu KIKUCHI, Yoshinobu MANIWA & Minoru NISHIMURA…(121)
Study on Ultrasonic Reflection Loss on Fish-body (On the Influence of the Air-bladder)…………Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA…(143)
Study on the Ultrasonic Wave Form Reflected on the Sea Bottom, Fishschools and Seaweeds …………Yoshinobu MANIWA…(157)

Technical Report of Fishing Boat No. 12 October 1958

Model Test of European Wooden Trawler······Nobutatsu Yokoyama & Tsutomu Kobayashi···(1)
Some Report on a Two-Boat-Trawler Operating on the East China Sea from the Naval Architectural Point of View······Tsutomu Tsuchiya···(27)
On Cylinder Wear in Diesel Engines—XI (Results of powers chromium plated cylinder by practical use No. 2)······Saburo Shimizu, Kiyomatsu Kusama & Toshio Yamada···(45)
Smaller type sensitive net-height self-recorder, self-recording tensionmeter for head and ground ropes, net-against-water speedmeter, and the experimental results of these instrument on two boat trawl net and the otter trawl net······Chikamasa Hamuro & Kenji Ishii···(61)
Study on the self-recording net depth meter, the echo-sounding machine (200 K.C.) for the set net and results thereof······Chikamasa Hamuro, Kenji Ishii & Katsuji Honda···(85)
Noise of Creatures in Sea in Region of Ultrasound······Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa···(99)
Study on Fish-finder for Ground Fish on the East China Sea······Minoru Nishimura···(115)
Detection of King Crab by Fish Finder······Tomiju Hashimoto & Minoru Nishimura···(137)
Comparison between Survey Map by 14.5 kc Fish-finder and that by 200 kc Fish-finder with Sharp Beam on Same Sea······Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa···(149)

Technical Report of Fishing Boat No. 13 October 1959

Resistance Test of European Wooden Trawler (No. 2)······Nobutatsu Yokoyama & Tsutomu Kobayashi···(1)
Self-propulsion Test with European Wooden Small Trawler Models······Nobutatsu Yokoyama & Eiichi Imanari···(21)
The Hull Deflection Test with "Chidori", 3.67 GT Semi European Type Wooden Boat······Takeshi Tsuchiya···(31)
Results of Measure Experiments by Several Meters on Net Shape of One-Boat Trawl Net (Danish Seine Net)······Chikamasa Hamuro···(55)
Study on Ultrasonic Waves Reflection Loss at Fish-body (Examination on Dimension of Fish-Body and Wave-length)······Yoshinobu Maniwa···(81)
Comparison between the Echo-trace of Sea-bottom by the 14 kc Echo-Sounder and that by the Echo-sounder of Ultra High Frequency Sound-wave Which Has the Same Mechanism as the 14 kc Echo-sounder······Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa & Minoru Nishimura···(89)
Detection of Fish by Sonobuoy······Tomiju Hashimoto, Minoru Nishimura & Yoshinobu Maniwa···(95)
Technical Examination and Tentative Making of Fish-finder for Tuna and Experiment on it on Sea······Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa···(103)

昭和 35 年 3 月 28 日 印刷
昭和 35 年 3 月 31 日 発行

漁船研究技報
第 14 号

東京都千代田区霞ヶ関 2 — 1
発行所　水産庁生産部
編輯者　調査官 大津義徳

東京都中央区新富町三ノ六
印刷所　日本応用印刷株式会社
印刷者　田中忠雄